This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

41

Harvard Medical School

Bowditch Library

The Gift of

Prof. Henry P. Bowditch

Dr. H. P. Bowditch
HARVARD MEDICAL SCHOOL
BOSTON, MASS.

Untersuchungen

zur

NATURLEHRE DES MENSCHEN

UND DER THIERE.

HERAUSGEGEBEN

von

Jac. Moleschott.

Zweiter Band.

FRANKFURT a. M.
VERLAG VON MEIDINGER SOHN & COMP.
1857.

HARVARD UNIVERSITY
SCHOOL OF MEDICINE AND PUBLIC HEALTH
LIBRARY

41

Druck von Aug. Osterrieth
in Frankfurt a. M.

Inhalt des zweiten Bandes.

I. Heft.

		Seite
I.	Beiträge zur Kenntniss des Winterschlafes der Murmelthiere. II. Abtheilung. Von G. Valentin	1
II.	Ueber die angeblich ästhesodische Natur der Spinalganglien. Von Moritz Schiff	56
III.	Ueber theilweise Reizung der Muskelfaser von A. Fick	62
IV.	Ueber Flimmerepithelium und Flimmerbewegung im Geschlechtsapparate der Säugethiere und des Menschen. Von O. Becker	71
V.	Ueber sogenannte Speichelkörperchen. Von F. C. Donders	100
VI.	Ueber die Aufsaugung von Fett in dem Darmkanal. Von F. C. Donders	102
VII.	Erneuter Beweis für das Eindringen von festen Körperchen in die kegelförmigen Zellen der Darmschleimhaut. Von J. Moleschott	119

II. Heft.

VIII.	Untersuchungen über thierische Elektricität. Erste Abhandlung. Von Emil du Bois-Reymond	137
IX.	Beitrag zur Kenntniss der Verdauung der eiweissartigen Körper des Pflanzenreichs. Von Dr. Rinse Cnoop Koopmans	158
X.	Gegen eine neue Theorie der Faserstoffgerinnung. Von G. Zimmermann	207
XI.	Zur Durchschneidung des Nerv. Trigeminus. Von Ferdinand Marfels	214
XII.	Beiträge zur Kenntniss des Winterschlafes der Murmelthiere. III. Abtheilung. Von G. Valentin	222

III. Heft.

XIII.	Untersuchungen über thierische Elektricität. Zweite Abhandlung. Von Emil du Bois-Reymond	247
XIV.	Ueber die Grösse des täglichen Gewichtsverlustes des menschlichen Körpers bei vollständigem Fasten und bei regelmässiger Ernährung. Briefliche Mittheilung an den Herausgeber. Von Oberst Laun, Kommandant in Saarlouis	278
XV.	Beiträge zur Kenntniss des Winterschlafes der Murmelthiere. IV. Abtheilung. Von G. Valentin	285
XVI.	Ueber den Einfluss der Wärme auf die Kohlensäure-Ausscheidung der Frösche. Von J. Moleschott	315
XVII.	Ueber die Rolle des pankreatischen Saftes und der Galle bei Aufnahme der Fette. Von Moritz Schiff	345

I.

Beiträge zur Kenntniss des Winterschlafes der Murmelthiere.

Von

G. Valentin.

Zweite Abtheilung.

§. 3. Wechsel der Organe während des Winterschlafes.

Die Sectionsergebnisse, welche Daubenton, Mangili, Prunelle, Tiedemann und Berger veröffentlicht haben, weichen zum Theil beträchtlich ab, weil die Murmelthiere zu verschiedenen Zeiten getödtet worden waren. Die meisten Unterschiede lassen sich mit ziemlicher Gewissheit erklären, wenn man die Periode, in der das Thier untersucht wurde, genauer berücksichtigt.

Betrachten wir zunächst den Zustand der Verdauungswerkzeuge, so pflegen die Gebilde der Mundhöhle, der Schlund und die Speiseröhre keine besondern Eigenthümlichkeiten zu irgend einer Zeit darzubieten. Ein Thier, welches durch Erstickung in der Mitte des Winterschlafes getödtet worden war, zeigte eine auffallend blaue Färbung des Zahnfleisches.

Mangili*) fand schon in vergleichenden Beobachtungen, dass der Magen des wachenden Murmelthieres eine verhältnissmässig beträchtlichere Capacität darbietet und nicht unbedeutende Mengen von Speiseresten, z. B. von Kastanien enthalten kann. Diese Beobachtung wurde später von Prunelle**) bestätigt. Er fand dagegen nur eine weisse, schmierige Masse, die der Schleimhaut fest anlag, in dem Magen erstarrter Murmelthiere. Tiedemann***) sah das Gleiche in einem Exemplare, das er während des Winterschlafes getödtet hatte.

Murmelthiere, die ich unmittelbar nach dem Beginn des Winterschlafes untersuchte, besassen einen länglichrunden, ziemlich geräumigen Magen. Er enthielt eine saure, wasserhelle Flüssigkeit, in der einzelne weisse Schleimflocken zu schwimmen schienen, wenn die Leichenöffnung $1^1/_2$ oder 3 Tage nach dem Tode vorgenommen wurde. Die mikroskopische Untersuchung lehrte, dass jene Beimengungen aus Aggregaten von Cylinderepithelien grösstentheils bestanden. Die Magenschleimhaut selbst, deren Oberfläche schwach sauer reagirte, schloss dicht gedrängte, lange und meistentheils cylindrische Labdrüsen ein. Kratzte man den oberflächlichen Schleim ab, so verminderte sich die saure Reaction beträchtlich oder schwand sogar gänzlich. Eine sehr ungleiche Vertheilung der Blutmasse wurde in einem Falle wahrgenommen. Die Cardiagegend und die Pförtnerhälfte des Magens waren auffallend blass, während der Blindsack beträchtlich geröthet erschien und eine Menge feinerer, von Blut strotzender Gefässe enthielt.

Der Magen eines Murmelthieres, welches nach einem sechswöchentlichen Winterschlafe geöffnet wurde, führte eine gelbliche, schleimige, neutrale bis spurweise saure Flüssigkeit, in welcher

---

*) Mangili in den Annales du Museum d'Histoire naturelle. Tom. X. Paris 1807. 4. pag. 453—456.

**) Prunelle in den Annales du Museum. Tom. XVIII. Paris 1811. 4. pag. 313.

***) Tiedemann bei Barkow: Der Winterschlaf. Berlin 1846. 8. S. 888.

Bruchstücke von Epithelien schwammen. Die Oberfläche der Magenschleimhaut und die nach der Entfernung des Schleimes freigelegten Flächen verhielten sich neutral. Ein anderes, grösseres Murmelthier, welches zwei bis drei Monate geschlafen hatte, dessen Schlaf aber häufig durch Erstarrung unterbrochen worden, besass einen rundlichen, zusammengezogenen Magen. Er enthielt eine reichliche Menge einer stark sauren, mit Flocken vermischten Flüssigkeit. Diese bestanden wiederum grösstentheils aus losgelösten Bruchstücken der Magenschleimhaut. Die Letztere röthete ebenfalls das Lackmuspapier in hohem Grade.

Vergleicht man hiermit den Magen von Murmelthieren, die ihren ganzen Winterschlaf durchgemacht haben, so vermisst man zunächst den eben erwähnten flüssigen Inhalt, der nur in der ersten Hälfte der Erstarrungszeit vorzukommen scheint. Waren selbst die Thiere im Laufe des April oder des Mai zeitweise wach und hatten sie dann Heu gefressen, so fand ich doch später meistentheils keine Nahrungsreste in dem Magen der von selbst zu Grunde gegangenen Geschöpfe. Er enthielt nur in der Regel eine schwach saure, schleimige Masse. Sie reagirte sogar in einem Falle weder sauer, noch deutlich alkalisch. Eine braune, schmierige Substanz, die Zellen mit gelbem körnigem Inhalte unter dem Mikroskope zeigte, kam dann noch neben ihr vor. Die Färbung der Körner erinnerte in hohem Grade an die der Galle. Die blossgelegte Magenschleimhaut liess keine deutliche, saure Reaction erkennen. Diese Beobachtungen scheinen anzudeuten, dass sich eine wässerige Flüssigkeit am Anfange des Winterschlafes im Magen ausscheidet, in der ersten Zeit erhält und später schwindet. Die aus Epithelialelementen bestehenden Flocken, die man in ihr anzutreffen pflegt, haben sich wahrscheinlich erst nach dem Tode losgelöst. Enthält später der Magen eine nur geringe Menge einer schleimigten Masse, so ist auch die saure Reaction zu einem grossen Theile oder gänzlich zu Grunde gegangen.

Saussure berichtet in seinen Alpenreisen, dass sein Führer Peter Balmat, der mehr als 100 Murmelthiere ausgegraben, die

Gedärme derselben im Herbste vollkommen leer gefunden habe. Sie erschienen angeblich wie mit heissem Wasser ausgewaschen. Es gehe daher eine Ausleerung und ein Fasten dem Winterschlafe voran. Mangili*) und Prunelle**) fanden den Darm während des Winterschlafes leer. Nur der Blinddarm und der Mastdarm enthielten einzelne Kothmassen. Tiedemann***) sah einen weissröthlichen mit Galle gemischten Schleim im Dünndarm. Der Blinddarm führte eine graugelbe schleimige Flüssigkeit, in der sich einzelne Haare des Thieres vorfanden, und der Mastdarm eine graubraune zähe, dem Kindspech ähnliche Masse. Berger†), dessen Murmelthiere sehr unruhig geschlafen und in der Zwischenzeit nicht bloss Pflanzenstoffe, sondern auch Affenfleisch gegessen hatten, traf nur einige Reste gelber Möhren im Magen an. Der übrige Darm schloss keine Speisereste in sich.

Der Zwölffingerdarm eines Murmelthieres, das ich einige Tage nach dem Beginne des Winterschlafes untersuchte, enthielt eine geringe Menge von Schleim. Die Innenhaut reagirte deutlich alkalisch. Etwas mit Galle gemischter Flüssigkeit fand sich im obern Theile des Leerdarmes. Die übrigen Abschnitte der dünnen Gedärme hingegen zeigten keine weiteren Inhaltsmassen, als den ziemlich fest anhaftenden Schleimüberzug. Die Innenhäute des Leerdarms und des Krummdarms reagirten alkalisch. Der Blinddarm führte eine zähe, gelbliche Masse. Das Mikroskop wies in ihr gelbe oder bräunliche Körnchenhaufen, die bisweilen gradlinig begrenzt zu sein schienen, zahlreiche braune und farblose Körner und Bruchstücke von Epithelien, die zum Theil von gelbem Farbstoffe durchdrungen waren, nach. Der Grimmdarm enthielt nur einen Kothballen in der Nähe der S-förmigen Biegung.

Der Dünndarm des Murmelthieres, das nach sechswöchentlichem Winterschlaf getödtet worden, führte eine sehr geringe

*) Mangili a. a. O. Tom. X. pag. 453.

**) Prunelle a. a. O. Tom. XVIII. pag. 313.

***) Tiedemann bei Barkow. a. a. O. S. 388.

†) Berger in Froriep's Notizen 1828. Bd. XXII. No. 477. S. 227.

Menge eines neutralen Schleimes. Nur der Zwölffingerdarm enthielt eine reichlichere Quantität eines theils grauweissen, theils gelblichen, neutralen Schleimes, dem Epithelialfragmente beigemengt waren. Viele Darmzotten waren auffallend mit Blut gefüllt. Der Blinddarm hatte eine reichliche Quantität eines braunen, schmierigen Inhaltes.

Die Schleimhaut des Zwölffingerdarmes des grössern Murmelthieres, welches nach zwei- bis dreimonatlichem Winterschlafe zu Grunde gegangen war, reagirte schon zwei Centimeter unterhalb des Pförtners merklich alkalisch. Das Duodenum enthielt eine gallichte Schleimmasse, die Curcumapapier schwach bräunte. Jejunum und Ileum waren fast ganz leer. Nur der untere Theil des Krummdarmes führte eine etwas reichlichere Menge eines gallenhaltigen, schwach alkalischen Schleimes. Der Blinddarm schloss eine etwas grössere Quantität einer braunen neutralen bis schwach alkalischen Flüssigkeit ein. Der Grimmdarm hatte eine nur sehr geringe Menge farblosen Schleimes und der Mastdarm sechs gesonderte Kothballen, die weder auf Lackmus- noch auf Curcumapapier deutlich wirkten. Die Schleimhäute des Krummdarmes und des Mastdarmes besassen eine schwach alkalische Reaction. Die des Blinddarmes dagegen verhielt sich gegen Lackmus und Curcuma indifferent.

Die Kothballen anderer Murmelthiere, die mitten im Winterschlafe entleert wurden, zeigten ebenfalls keine sehr ausgesprochene Reaction. Die schleimigen, ungeformten Massen, die neben ihnen im Mastdarme vorkommen können, enthalten bisweilen körnige Gallenreste und Krystalle von Tripelphosphat.

Die Murmelthiere, welche im Mai oder Juni nach vollendetem Winterschlafe gestorben waren und in der letzten Zeit Pflanzenspeisen genossen hatten, führten nur geringe Mengen eines bräunlichen Schleimes in den dünnen Gedärmen. Die braunen Massen zeigten unter dem Mikroskope Anhäufungen von Gallenkörnern, wie sie oben aus dem Magen erwähnt wurden. Der Schleim selbst war schwach alkalisch. Es kam vor, dass ein-

zelne Strecken der dünnen Gedärme vollkommen leer waren, andere dagegen grüne Massen von Nahrungsresten einschlossen. Der Blinddarm zeichnete sich immer durch seine beträchtliche Füllung nach der intercurrirenden Nahrungseinnahme aus. Er enthielt dann dunkelgrüne, sehr schmierige Excremente, in denen man einzelne Anhäufungen von Pflanzenzellen, Spiralgefässe und Gallenkörnchen unter dem Mikroskope erkannte. Die Masse selbst reagirte sauer, während die Schleimhaut des Blinddarmes eine alkalische Beschaffenheit darbot. Es hängt von den gerade vorhandenen Verdauungszuständen ab, ob sich die gleiche grüne, schmierige Masse oder Kothballen im Grimmdarme und Mastdarme vorfinden.

Man sieht aus den eben mitgetheilten Erfahrungen, dass die oben erwähnte Aeusserung von Balmat jedenfalls übertrieben ist. Der Darm des Murmelthieres erscheint zu keiner Zeit wie ausgewaschen. Die dünnen Gedärme enthalten reinen oder mit Galle vermischten Schleim. Er wird allmälig in die dicken Gedärme übergeführt, hier mit neu hinzukommenden Producten wahrscheinlicher Weise vermischt und endlich durch Wasserresorption verdichtet zu dunkelgrünen Kothballen zusammengeformt. Da die Murmelthiere ihre Excremente von Zeit zu Zeit entleeren, so dauert wahrscheinlich dieser jedenfalls langsam fortschreitende Prozess während des ganzen Winterschlafes fort. Es kömmt aber nie zu einer beträchtlichen Füllung der dünnen Gedärme und des Grimmdarmes.

Der Blinddarm zeichnet sich hier, wie in den übrigen Pflanzenfressern durch seine Grösse und seine verhältnissmässig beträchtliche Füllung aus. Hat das Thier gegessen, so kann man versichert sein, die schmierige gelbe oder grüne Excrementmasse vor Allem im Blinddarme vorzufinden. Die Schleimhaut kann dann einen auffallend zelligen Bau darbieten. Jener Vorzug des Coecum scheint sich selbst noch während der Erstarrungszeit geltend zu machen. Es enthält dann ebenfalls häufiger weiche Inhaltsmassen, als die übrigen Abschnitte der dünnen und der dicken

Gedärme. Der verhältnissmässig längere Aufenthalt des Excrementalbreies im Coecum erklärt diese Sectionsresultate.

Vergleichende Längenmessungen belehrten mich bald, dass hier viele individuelle Verschiedenheiten und zufällige Nebenverhältnisse, wie z. B. die Todtenstarre oder die Erschlaffung der Muskelhäute, wesentlich eingreifen. Genauere Schlüsse können daher nicht mit Sicherheit aus ihnen gezogen werden. Ein Beispiel dürfte am deutlichsten zeigen, wie leicht man hier zu Trugschlüssen gelangen könnte.

Ich hatte zwei Murmelthiere, die, gleichzeitig ausgegraben, fast genau dasselbe Körpergewicht und ungefähr die gleiche Länge (0,31 und 0,33 Meter) darboten, wenn man sie möglichst streckte und eine gerade Linie von der Mundspitze bis zur Afteröffnung ausmass.

Das erste Thier, das nach 6tägigem Winterschlafe getödtet wurde, zeigte:

Länge des Zwölffingerdarms . .	18	Centimeter.
Länge des Leerdarms und Krummdarms	126	„
Folglich Länge der dünnen Gedärme .	144	„
Länge des Blinddarms, Grimmdarms und Mastdarms	43	„
Mithin Gesammtlänge der dünnen und dicken Gedärme	1,87	Meter.

Das zweite Thier, das nach 5—6wöchentlichem Winterschlafe erstickt wurde, lieferte in dieser Hinsicht:

Länge des Zwölffingerdarms, Leerdarms und Krummdarms . . .	185	Centimeter.
Länge des Blinddarms	65	„
Länge des Grimmdarms und des Mastdarms	67	„
Gesammtlänge der dünnen und dicken Gedärme	2,17	Meter.

Man sieht hieraus, dass das Murmelthier, welches seit $1^1/_2$ Monaten erstarrt war, einen weit längeren Darmkanal als sein

Genosse, der im Anfange des Winterschlafes geopfert wurde, besessen hat.

Wir werden dessen ungeachtet in der Folge bemerken, dass der Nahrungskanal im Laufe des Winterschlafes ab- und nicht zunimmt.

Der Darm des ersten Murmelthiers war 6,0 Mal, und der des zweiten 6,7 Mal so lang als der Körper. Daubenton erhielt in dieser Hinsicht 7,9 mit Einschluss der Magenlänge, und Berger 6,5 bei blosser Berücksichtigung der dünnen und der dicken Gedärme.

Die schon Daubenton bekannten Aftertaschen, welche die wachen emporgehaltenen Murmelthiere nicht selten von selbst hervorstülpen, sondern eine übelriechende fettige Masse ab. Sie bleiben während des Winterschlafes zurückgezogen. Ihr eingetrocknetes Absonderungsprodukt umgiebt aber dann häufig den After als weissgelbliche, ziemlich fest an der Haut haftende Kruste.

Tiedemann *) fand eine grosse braunrothe gelblich marmorirte Leber in einem im Winterschlafe befindlichen Murmelthiere. Ihre Gefässe enthielten wenig Blut. Die Gallenblase war mit braunrother Galle gefüllt. Die Thiere, die ich während oder nach dem Winterschlafe öffnete, besassen durchgehends eine schöne braune Leber, deren Acini meistentheils sogleich in die Augen fielen. Sie wurden nicht selten von weissen Netzen regelmässig umgeben. Der Umfang der Leber hatte bisweilen im Laufe des Winterschlafes so sehr abgenommen, dass das geringe Volumen schon bei dem ersten Anblicke auffiel. Die Leberzellen liessen sich zu allen Zeiten nachweisen. Sie kamen mir hin und wieder am Ende des Winterschlafes auffallend klein vor, und enthielten häufig zahlreiche kleine und einzelne grössere runde fettähnliche Kugeln, vorzugsweise in der ersten Hälfte der Erstarrung. Die Gallenblase war immer mit dunkelgrüner Galle strotzend gefüllt. Die Flüssigkeit reagirte neutral bis spurweise alkalisch, während der ganzen Dauer des Winterschlafes. Das Mikroskop zeigte nicht

*) Tiedemann bei Barkow a. a. O. S. 388.

selten in ihr viele kleine Körner, gelbe Körnchenaggregate, häutige Massen derselben Farbe, Schleimflocken, unregelmässige Klümpchen, Epithelialreste und in zwei Fällen säulenförmige Kryställchen, deren Natur ich bei ihrer geringen Menge nicht näher ermitteln konnte. Krystallblättchen von Cholesterin sind mir in der Gallenblase keines Murmelthieres vorgekommen. Ein grosser Theil der oben erwähnten Beimengungen hatte sich übrigens unzweifelhaft erst nach dem Tode niedergeschlagen.

Die Milz bietet keine erwähnenswerthen Eigenthümlichkeiten dar. Die Malpighischen Bläschen erhalten sich wahrscheinlich während der ganzen Erstarrungszeit. Die Milz eines Murmelthieres, das nach fünfmonatlichem Winterschlafe untersucht worden, führte farblose, säulenförmige Kryställchen, die ihrem Parenchym anzugehören schienen, an vielen Schnittflächen. Die Bauchspeicheldrüse liess keine bemerkenswerthe Abweichung nachweisen.

Die Nebennieren zeigen im Wesentlichen denselben Bau, man mag sie am Beginn oder im Verlaufe des Winterschlafs untersuchen. Es war mir nicht möglich, Nester von Ganglienkugeln in ihrer Masse nachzuweisen. Die Untersuchung frischer Präparate und die von Nebennieren, welche mit Essigsäure oder mit Kali behandelt worden, lieferten in dieser Hinsicht die gleichen negativen Ergebnisse. Ein Mal sind Zellen, die scheinbar Blutkörperchen enthielten, in der Mitte des Winterschlafes beobachtet worden.

Die Nieren besitzen ihren gewöhnlichen Bau. Die Malpighischen Körperchen enthalten bisweilen beträchtliche Mengen von Blut. Ich habe sie zu keiner Periode der Erstarrungszeit eingeschrumpft oder mit gelben schmutzigen Fettmolekülen, Pigmentkörnern und einzelnen Krystallen gefüllt gesehen, wie dieses Stannius *) bei Rana esculenta im März beobachtete. Zeichen einer Neubildung Malpighischer Körper sind mir ebenfalls nicht vorgekommen. Da die Harnbereitung der Murmelthiere, wenn

*) H. Stannius. Beobachtungen über Verjüngungsvorgänge im thierischen Organismus. Rostock und Schwerin 1853. 8. S. 12.

auch in beschränktem Maasse, während des Winterschlafes fortdauert, so stimmen die ebenerwähnten Ergebnisse mit den physiologischen Erscheinungen. Die Harnkanälchen führen rundliche Enchymzellen, die mit einer körnigen Masse gefüllt sind.

Es ereignet sich häufig, dass Murmelthiere, die im Verlaufe oder am Ende des Winterschlafes gestorben sind, eine nicht unbedeutende Menge von Harn nach dem Tode ausfliessen lassen. Die Ursache dieser Erscheinung liegt vermuthlich in dem spätern Eintritt der Todtenstarre der Musculatur der Harnblase. Man findet dessen ungeachtet nicht selten noch, dass eine beträchtliche Masse von Urin in der Blase zurückblieb. Mangili*) sah schon die Harnblase eines Murmelthiers, das er im Verlaufe des Winterschlafes getödtet hatte, mit durchsichtigem Harne gefüllt. Ich habe die gleiche Erfahrung häufig gemacht. Der Urin reagirte dann deutlich sauer und enthielt bisweilen Krystalle von Tripelphosphat. Der Harn wacher Murmelthiere ist nicht selten alkalisch.

Der Hoden der erstarrten Geschöpfe zeigte mir nie Spermatozoiden. Die Samenkanälchen führten viele rundliche Zellen, die feine Moleküle einschlossen. Die weiblichen Geschlechtswerkzeuge boten nichts Bemerkenswerthes dar.

Die Bauchhöhle der meisten Murmelthiere schliesst nur geringe Mengen eines farblosen Bauchwassers zu allen Zeiten des Jahres ein. Nur ein Exemplar, das in der Mitte des Winterschlafes erstickt worden, bot eine reichliche Menge einer gelblichen, spurweise alkalischen Flüssigkeit dar.

Prunelle**) fand, dass das Herz und die grossen Gefässe am Ende des Winterschlafes von Blut ausgedehnt waren. Diese Erscheinung ist mir nicht in allen Leichenöffnungen aufgefallen. Ich fand bisweilen nur beträchtlichere Blutmassen in der linken Herzhälfte. Die Fettablagerungen, die das Herz am Anfange des

*) Mangili a. a. O. Tom. X., pag. 453.

**) Prunelle a. a. O. Tom. XVIII., pag. 311.

Winterschlafes bedecken, sind schon am Schlusse der ersten Hälfte der Erstarrungszeit grösstentheils oder gänzlich geschwunden.

Die Lungen sollen nach Prunelle *) am Schlusse des Winters beträchtlich abgenommen haben. Sie würden nach ihm nur ein Drittheil des frühern Volumens darbieten. Die Gewichtsbestimmungen, die in dem folgenden Paragraphen mitgetheilt sind, werden uns allerdings einen Fall vorführen, in welchem sich die Lungen im Laufe des Winterschlafes ausserordentlich verkleinert hatten. Diese Veränderung gehört aber nicht zur Regel. Oeffnet man ein Murmelthier in der Mitte des Winters, so zeigen häufig die Lungen eine ähnliche Beschaffenheit, wie im Herbst. Ein besonderer Collapsus lässt sich meist nicht mit Bestimmtheit nachweisen. Die Lungenfarbe bietet ebenfalls keine sicheren Unterschiedsmerkmale dar. Ich fand z. B. die linke Lunge grösstentheils hellroth und nur oben etwas braunrother, alle drei Lappen der rechten Lunge dagegen stärker braunroth im Anfange des Winterschlafes. Ein anderes Thier, das ich in der Mitte der Erstarrungszeit untersuchte, hatte hellrothe Lungen, auf denen einzelne braune Flecke zerstreut waren. Eine ähnliche Beschaffenheit fand sich am Schlusse der Erstarrungszeit. Ein Thier, das ich in der letzten Periode untersuchte, führte einen kleinen weissen Knoten in dem obern Theile des obern Lappens der linken Lunge. Er enthielt Zellen, die mit zahlreichen Aggregatkugeln gefüllt waren. Die Wände der Ersteren platzten wie Seifenblasen, sobald Wasser auf sie eingewirkt hatte.

Obgleich die im Erwachen begriffenen Murmelthiere ausnahmsweise schnarchen, so habe ich doch eine Verklebung des Kehldeckels mit dem weichen Gaumen, wie man sie nach Barkow**) hin und wieder im Igel bemerkt, in keinem Falle angetroffen.

---

*) Prunelle a. a. O. Tom. XVIII., pag. 311.

**) Barkow a. a. O. S. 222, 23.

Prunelle*) glaubt annehmen zu können, dass alle winterschlafenden Säugethiere eine geringe Capacität ihrer Brusthöhle darbieten. Sie nähme sogar während des Winterschlafes der eingerollten Lage wegen noch mehr ab. Da mir kein sicheres Mittel zu Gebote stand, um diesen Punkt vergleichungsweise genauer zu prüfen, so muss ich mich vorläufig jedes bestimmten Urtheils in dieser Beziehung enthalten.

Die Winterschlafdrüse bildet das merkwürdigste Organ, das wir in dem Murmelthier und in vielen andern erstarrungsfähigen Säugethieren antreffen. Prunelle**) hat schon mit Recht angegeben, dass dieses Gebilde vorzugsweise gegen die Herbstzeit beträchtlich wächst und in dem Maximum seiner Ausdehnung bis zu den Arteriae iliacae neben der Aorta hinabgeht. Er wusste auch, dass die seitlichen Verlängerungen, in welchen die Aorta wie in einer Rinne liegt, im Laufe des Winterschlafes schwinden. Meine Beobachtungen bestätigen diese Thatsachen auf das Vollständigste. Untersucht man ein Murmelthier am Anfange der Erstarrungszeit, so findet man, dass sich die Winterschlafdrüse mit mächtigen Lappen vom Halse nach den Schultern, der Achselhöhle und der Brusthöhle fortsetzt und mit langen lappigen Ausläufern, welche die entsprechenden Abschnitte der Grenzstränge des Sympathicus bedecken, die Aorta begleitet. Die letztern ziehen sich im Laufe des Winterschlafes nach oben zurück, doch so, dass ich z. B. noch die Stücke, welche die Brusttheile der Grenzstränge der sympathischen Nerven decken, im Laufe des Januar vorfand. Diese Portionen waren in den Thieren, die ich im Mai oder Juni öffnete, gänzlich geschwunden. Der Brusttheil der Winterschlafdrüse bestand nur aus den Massen, die über der Basis des Herzens und zum Theil des Herzbeutels und in der Nähe der grossen Gefässe lagen. Der Halstheil erschien zwar kleiner, er war aber noch mit Blut reichlich gefüllt. Starke Anhäufungen von Drüsen-

*) Prunelle a. a. O. Tom. XVIII., pag. 307.

**) Prunelle a. a. O. Tom. XVIII., pag. 308 bis 309.

substanz zogen sich jederseits zwischen dem Schulterblatte und der Brustwandung hin. Stannius*) führt nach seinen Beobachtungen an, dass der sympathische Nerv des erstarrten Hamsters seine Neubildung innerhalb der Winterschlafdrüse erhalte. Ich war nicht so glücklich, eine Anzeige dieses Vorganges in dem Murmelthiere wahrzunehmen. Untersuchte ich diejenigen Abschnitte der Winterschlafdrüse, welche dem Grenzstrange des Sympathicus anliegen, mikroskopisch, so fand ich in ihren Läppchen zahlreiche haufenweis aggregirte Körner, die zum grössten Theile in Essigsäure unverändert blieben. Der ganze Bau erinnerte in hohem Grade an die bekannte Structur der verwandten Blutgefässdrüsen, wie z. B. der Thymus. Ich konnte keine Spur von Nestern von Ganglienkugeln oder vereinzelten Ganglienkörpern, von Bildungsstätten von Nervenfasern u. dgl. wahrnehmen.

Die Augen bieten keine wesentliche Abweichung während der Erstarrungszeit dar. Die eingetrockneten Krystalllinsen nehmen eine auffallend grüne Farbe an. Untersuchte ich die frischen Linsen von Murmelthieren, die am Ende des Winterschlafes zu Grunde gegangen, unter dem Polarisationsmikroskope, so konnte ich noch ein sehr schönes Polarisationskreuz wahrnehmen.

Ich wollte nicht behaupten, dass mir eine besondere Veränderung irgend einer Art an dem Gehirn und Rückenmark erstarrter Murmelthiere aufgefallen wäre. Die sichere Bestimmung des Blutreichthums oder der Blutarmuth der Gefässe, sowie der Menge der Cerebrospinalflüssigkeit stösst auf so beträchtliche Schwierigkeiten, dass ich mich lieber in dieser Hinsicht jedes Urtheils enthalte.

Der Plexus pulmonalis soll nach Prunelle**) in winterschlafenden Murmelthieren klein, der Plexus cardiacus gross, und der Nervus phrenicus stark sein. Ich konnte diese Unterschiede nicht bemerken. Die mikroskopische Untersuchung des Nervus ischia-

*) Stannius a. a. O. S. 15.

**) Prunelle a. a. O. Tom. XVIII, pag. 310.

dicus, des Vagus, des Sympathicus von Thieren, die in der Mitte des Winterschlafes getödtet worden, zeigte mir die schönsten Markfasern, wie man sie an andern frischen Leichen von Säugethieren wahrnehmen kann. Nur einzelne Fasern des herumschweifenden Nerven zeichneten sich, wie es schien, durch ihre Blässe in einem Falle merklich aus. Die Ganglien enthielten prachtvolle Ganglienkörper, ohne dass man an ihnen irgend ein Merkmal der Verödung entdecken konnte. Die Untersuchung von Thieren, die am Ende des Winterschlafes gestorben waren, führte im Wesentlichen zu denselben Ergebnissen.

Mangili *) wusste schon, dass das Blut der erstarrten Murmelthiere gerinnungsfähig bleibt. Berger **) fand es sehr flüssig in den von ihm untersuchten Exemplaren. Diese Eigenthümlichkeit ist mir ebenfalls ein Mal aufgefallen. Das aus der Pfortader entnommene Blut des schon oben erwähnten Murmelthiers, welches nach sechswöchentlichem Winterschlafe erstickt worden war, blieb mehr als 24 Stunden flüssig, wenn es vollkommen rein in einem Reagenzglase aufbewahrt war. Die Blutkörperchen, die keine wesentliche Formabweichung darboten, hatten einen Durchmesser von $^1/_{167}$ bis $^1/_{200}$ Mm. in dem in der ersten Abtheilung unter Nr. I. angeführten Murmelthiere, das im Januar untersucht wurde. Der Mittelwerth aus 6 Messungen glich $^1/_{180}$ Mm. Diese Grösse steht zwischen dem Durchschnittswerthe des Rindes, der $^1/_{170}$, und dem des Schafes, welcher $^1/_{209}$ Mm. beträgt.

Mangili***) glaubte sich überzeugt zu haben, dass die Muskeln während des Winterschlafes blasser erschienen. Ich kann nicht sagen, dass mir die Differenz besonders aufgefallen wäre. Untersucht man die rothen Muskelfasern in der Mitte oder am Ende des Winterschlafes, so erkennt man deutliche Querstreifen und Längsfäden. Das Sarcolemma zeigt nach innen zahlreiche Kerne nach der Behandlung mit Essigsäure. Die Todtenstarre der quer-

*) Mangili a. a. O. Tom. X., pag. 457.

**) Berger a. a. O. No. 477, S. 228.

***) Mangili a. a. O. Tom. X., pag. 456.

gestreiften und der einfachen Muskelfasern tritt zu allen Jahreszeiten ein.

Es ist den Jägern längst bekannt gewesen, dass die in der Freiheit lebenden Murmelthiere gegen den Herbst hin ausserordentlich fett werden und diesen Vorrath fettiger Massen im Laufe des Winterschlafes aufzehren. Die Abnahme des Fettes ist so auffallend, dass selbst gründlichere Gelehrte, wie z. B. Berger, den gesammten Verlust des Körpergewichtes, der durch die Erstarrung bedingt wird, von ihr ausschliesslich herleiten wollten. Wir werden in dem folgenden Paragraphen sehen, dass eine genauere Prüfung der Verhältnisse diese Ansicht widerlegen kann.

Das Murmelthier hat am Anfange des Winterschlafes einen sehr starken Panniculus adiposus. Die reichlichsten Fettmassen füllen das Gekröse und die Netze, ziehen sich zwischen den Bauchwandungen und dem Bauchfell hin, umgeben die Nieren und reichen bis zu den Hoden hinab. Man findet noch beträchtliche Fettablagerungen in der Brusthöhle, z. B. an den grossen Gefässen, dem Herzen und zwischen den Lappen der Winterschlafdrüse, in den Zellgewebsräumen der verschiedensten Körpertheile, in dem Perimysium, in der Augenhöhle u. dgl. mehr. Man sieht bisweilen bei genauerer Untersuchung kleinere Fettablagerungen zwischen den Acinis der Leber, in den Leberzellen, zwischen den Bündeln der Nervenfasern u. dgl. mehr. Der Durchmesser der einzelnen Fettzellen schwankte in einem Thiere von $^1/_{18}$ bis $^1/_{89}$ Mm.

Murmelthiere, die in der Mitte des Winterschlafes geöffnet werden, haben immer noch viel Fett im Gekröse und an den Unterleibseingeweiden und einen ziemlich beträchtlichen Panniculus adiposus. Die vergleichende Beobachtung deutet aber an, dass schon jetzt eine beträchtliche Fettmenge der oben genannten Theile geschwunden ist. Die Untersuchung der Fettmassen der Brusthöhle, vorzugsweise der Ablagerungen an dem Herzen und den grossen Gefässen bestätigt die Abnahme der Fettzellen mit noch grösserem Nachdruck. Ganz anders verhält sich die Sache, wenn man die Thiere unmittelbar am Ende der Erstarrungszeit öffnet.

Exemplare der Art, die ich im Laufe des Mai oder am Anfange des Juni untersuchte, hatten fast gar kein Fett unter der Haut. Die Bauchwände enthielten keine Spur von Fettablagerungen mehr. Dasselbe wiederholte sich bisweilen für das Gekröse und die Netze. Die letzteren schienen in einem Falle ein paar unbedeutende Fettstreifen einzuschliessen. Die mikroskopische Untersuchung lehrte aber, dass die gelbe Masse nicht aus Fettzellen, sondern aus eigenthümlichen, zackigen, eingekapselten Körpern bestand, die sich eher als Entozoengebilde deuten liessen. Selbst das Fett der Augenhöhle, das sich selbst in den abgezehrtesten Menschen erhält, wird hier bis auf unmerkliche, oft nur mikroskopische Spuren aufgezehrt. Sind auch die Thiere nach dem Ende des Winterschlafes gut gefüttert worden, so kehren doch die Fettablagerungen, wie Prunelle *) schon wusste, nicht wieder. Die in der Gefangenschaft gehaltenen Geschöpfe pflegen auch gegen den Herbst hin mager zu bleiben und überwintern häufig ohne nachhaltigen Erstarrungszustand. Die Angabe von Coutet**), dass das Fett der winterschlafenden Murmelthiere eine röthliche, und das der wachen Sommergeschöpfe eine weissere Farbe besitze, erklärt sich aus der Abnahme der Fettzellen. Die einzelnen Körner des Panniculus adiposus sehr abgezehrter Menschen sind ebenfalls häufig röthlich gefärbt.

Prunelle***) schreibt eine sehr dichte und dicke Haut den Winterschläfern zu. Das Zellgewebe hängt nach ihm fest am Corium an, wird bei dem Eintrocknen steif und weicht schwer im Wasser auf. Die Haut besitzt nach jenem Forscher sehr feine Gefässe an ihrer Innenfläche und zahlreiche Nerven. Das Fett scheint nach Prunelle's Ansicht durch die Haut zu schwitzen und diese mit einer Oelschicht zu bekleiden. Die Transpiration nehme daher während des Winterschlafes wesentlich ab. Diese

*) Prunelle a. a. O. Tom. XVIII., pag. 312.
**) Berger a. a. O. No. 477, pag. 228.
***) Prunelle a. a. O. Tom. XVIII., pag. 307.

Anschauungsweise bedarf natürlich gegenwärtig keiner besondern Widerlegung. Ich muss nur bemerken, dass mir die Betrachtung der Haut der lebenden oder der todten Murmelthiere keine sichere Bestätigung jener von Prunelle gemachten Angaben geliefert hat.

§. 4. Gewichtsänderung der Theile im Laufe der Erstarrungszeit.

Nur wenige Forscher suchten die Gewichte einzelner Organe der Murmelthiere zu bestimmen. Die sparsamen, hier vorliegenden Mittheilungen enthalten keine Beobachtungsreihe, die mit der nöthigen Folgerichtigkeit durchgeführt worden wäre.

Ein Murmelthier von 3400 Grm. Körpergewicht führte nach Prunelle*) im Herbste 489 Grm. oder 14,4% Fett. Dieser Werth steht um ungefähr 2% tiefer als der, den ich selbst gefunden habe. Der Unterschied erklärt sich aber wahrscheinlich aus der Grössendifferenz der zergliederten Thiere. Das Exemplar von Prunelle war ungefähr dreimal so schwer als das Meinige. Die relativ beträchtlicheren Massen der Bewegungswerkzeuge konnten daher schon den Verhältnisswerth des Fettes um jene Grösse herabdrücken.

Berger**) wog eine Reihe von Organen eines im April zu Grunde gegangenen Murmelthieres, dessen Schwere 30½ Unzen und 44 Gran betrug. Er reducirte die erhaltenen Werthe auf dieses Körpergewicht und auf das, welches das gleiche Thier im Februar dargeboten hatte, und fügte noch einige Zahlen, die Daubenton aus einem 6 Pfund schweren Murmelthier angegeben, hinzu. Setzen wir voraus, dass die Unzen und Gran dem französischen Marcgewicht entsprechen, so bekommen wir

*) Prunelle a. a. O. Tom. XVIII., pag. 36.
**) Berger a. a. O. No. 477, S. 218.

Theil	Ein Kilogramm Murmelthier		
	von Berger		von Daubenton.
	für April.	für Februar.	
Körpergewicht . .	933,4 Grm.	702,1 Grm.	2930,7 Grm.
Herz	5,1 „	3,8 „	—
Lungen	13,5 „	10,1 „	—
Gehirn und oberster Theil des Rückenmarkes	16,0 „	12,0 „	—
Leber	41,6 „	31,3 „	31,5 „
Milz	2,4 „	1,7 „	1,6 „
Nieren	7,5 „	5,6 „	—

Ich wählte zunächst zu dem gegenseitigen Vergleiche der Gewichte der einzelnen Organe zwei aus derselben Quelle stammende Murmelthiere von ungefähr der gleichen Grösse, und deren Körpergewichte nur um 0,7 Grm. differirten. Das Eine wurde 6 Tage nach dem Beginne der Erstarrung getödtet, um einen Ausgangspunkt für die Vergleichung der Gewichte zu erhalten. Ich erstickte das Zweite, nachdem es 44 Tage geschlafen hatte. Es lieferte die Basis für die Bestimmung der Verhältnisse, die in dem weiteren Verlaufe der Erstarrungszeit auftreten. Ich wog endlich noch die Organe von drei anderen Murmelthieren, von denen das Eine 150, das Andere 166, und das Dritte 173 Tage nach dem Anfange des Winterschlafes zu Grunde gegangen war.

Obgleich diese an fünf verschiedenen Exemplaren gewonnenen Bestimmungen reichliches Material lieferten, so muss ich doch auf diejenigen Momente, welche den Werth solcher Beobachtungen einschränken können, ausdrücklich aufmerksam machen.

Da ich alle Organe unmittelbar vor dem Wägen sorgfältig herauspräparirte, so forderte ein jedes Thier einen Zeitaufwand von zwei bis drei Tagen. Ich suchte zwar indess den Leichnam in einer mit Wasserdampf gesättigten Atmosphäre aufzubewahren,

der während der Präparationszeit unvermeidliche Feuchtigkeitsverlust bedingte es aber, dass die später gewogenen Theile, z. B. die Haut, die Körpermuskeln, das Skelett, ein verhältnissmässig etwas geringeres Gewicht, als die früher bestimmten Eingeweide darboten. Rechnet man nun noch den wechselnden Abgang von Blut, Lymphe und Ernährungsflüssigkeit bei der Trennung der einzelnen Organe hinzu, so ergiebt sich, dass nicht unbedeutende Fehlerquellen solchen Bestimmungsarten anhaften. Sie werden sich in umgekehrtem Verhältnisse der absoluten Gewichte der einzelnen Organe geltend machen.

Wiewohl die beiden ersten Thiere fast die gleiche Länge und beinahe dasselbe Gewicht darboten, so zeigte doch die Prüfung der einzelnen Theile, dass dasjenige Exemplar, welches um 0,7 Grm. leichter war, einen stärker entwickelten Nahrungskanal und eine ausgebildetere Musculatur besass. Die activen Bewegungswerkzeuge und der Darm gaben einen Ueberschuss, wenn man ihre Werthe mit denen des entsprechenden Thieres, das gleich im Anfange des Winterschlafes geopfert worden, zusammenstellte. Man sieht schon aus diesem einen Beispiele, dass solche individuelle Verschiedenheiten einzelne Bestimmungen unbrauchbar machen, manche Differenzen verdecken und den trügerischen Schein nicht vorhandener Eigenthümlichkeiten bedingen können.

Die drei Murmelthiere, die ich unmittelbar nach der Beendigung der Erstarrungszeit untersuchte, waren hin und wieder für einen oder wenige Tage erwacht, und hatten sogar Pflanzenkost kurz vor ihrem Tode genossen. Kleine Fastenzeiten verbanden sich hier mit weit grösseren Perioden des vollkommen ruhigen Winterschlafes. Die Berechnung der mittleren täglichen Verlustgrössen scheint anzudeuten, dass dieser Umstand nicht ganz unmerkliche Einflüsse auf die Abnahme der Körpermasse ausübte. Die später mitgetheilte dritte Haupttabelle lehrt nämlich, dass ein Kilogramm Murmelthier, das 44 Tage ruhig geschlafen hatte, täglich 1,90 Grm. im Durchschnitt einbüsste. Der gleiche Mittelwerth für die drei Exemplare von 150, 166 und 173 Tagen glich 2,18 Grm.

Die beträchtlichere Grösse dieses Werthes lässt vermuthen, dass das hin und wieder eingreifende tagelange Wachen, das den Perspirationsverlust, wie wir sehen werden, ausserordentlich erhöht, die mittlere tägliche Abnahme um etwa $^1/_7$ vergrösserte. Wir haben in der ersten Abtheilung gesehen, dass die dort unter No. VI. und VII. angeführten Thiere verhältnissmässig am ruhigsten schliefen. Der mittlere tägliche Verlust von No. VII. betrug 1,74 Grm. für ein Kilogramm Körpergewicht. No. VI. zeigte sogar nur 1,37 Grm. Da die dort unter No. I., III., IV. und V. angeführten Exemplare 2,35 bis 4,88 Grm. darboten, so können wir schliessen, dass zwar die drei Murmelthiere, deren Organgewichte unter No. III., IV. und V. in den folgenden Tabellen angeführt werden, den störenden Einfluss des Wachens nicht ganz verleugneten, im Ganzen aber noch den Zuständen eines ruhigern Winterschlafes genügend entsprachen.

Wir wollen zuerst die Zahlen, welche die einzelnen Wägungen der Organe der Murmelthiere geliefert haben, der Reihe nach anführen, und dann die Gewichtsbestimmung der verschiedenen Theile eines im Winterschlafe begriffenen Igels hinzufügen.

Es ergab sich:

I. Männliches Murmelthier. (Dauer der Erstarrungszeit 6 Tage.)	Gewicht in Gramm.	Annähernder Bruchtheil des Nettogewichts.
Ursprüngliches Gewicht desselben . .	1083,8	—
Indessen einige Tage wach und 6 Tage im Winterschlaf. Körpergewicht . .	1048,50	—
Mittelst Durchschneidung der Vagi getödtet, wiegt unmittelbar nach der Operation	1048,25	—
Der Leichnam zeigt am folgenden Tag unmittelbar vor der Eröffnung . . .	1047,40	—
Nettogewicht, da der Darminhalt 5,40 Gramm betrug	1042,0	—

	Gewicht in Gramm.	Annähernder Bruchtheil des Nettogewichts.
Fettablagerungen in den Falten des Bauchfells, an und zwischen den Nieren und Hoden	25,05	1/41
Grosses Netz mit Ligamentum gastrolienale und dem zahlreichen in ihm abgelagerten Fette	18,65	1/56
Fettmassen an dem Colon	2,80	1/371
Gekröse mit dem in ihm eingelagerten Fette	9,45	1/110
Fett an der Innenseite der Bauchwände und in der Beckenhöhle	29,20	1/36
Fett der beiden Augenhöhlen	1,70	1/612
Panniculus adiposus	81,15	1/13
Fett zwischen den Muskeln und den andern Organen	9,65	1/108
Gesammtsumme des Fettes nebst dem dazu gehörigen Bindegewebe, Gefässe etc.	177,65	1/5,9
Hautmuskel	6,15	1/169
Muskeln des Kopfes, des Halses, des Rumpfes, der Extremitäten und des Schwanzes	266,70	1/3,9
Zwerchfell mit seinen Schenkeln	6,25	1/167
Blutleeres Herz gerade an der Verbindung mit den grossen Gefässen abgeschnitten	6,35	1/164
Zunge, dicht über dem Zungenbein losgetrennt	6,45	1/161
Gesammtsumme der bis jetzt genannten Muskeln	291,90	1/3,6

	Gewicht in Gramm.	Annähernder Bruchtheil des Nettogewichts.
Haut und Haare	163,70	1/6,3
Die Sohlen der Füsse mit Fett und Zellgewebe	7,05	1/148
Gesammtsumme	170,75	1/6
Skelett mit den anhaftenden Bändern, Sehnen, Resten von Muskelfasern etc. und nach Abzug des noch enthaltenen Gehirns und Rückenmarks	180,85	1/5,8
Gehirn	10,45	1/100
Rückenmark	2,55	1/410
Die beiden Augen mit Sehnerven, Bindehaut etc.	3,50	1/294
Die beiden Harder'schen Drüsen . . .	0,50	1/2080
Speicheldrüsen	1,73	1/601
Kehlkopf mit den kleineren Muskeln und Luftröhre bis zu deren Theilung . .	1,78	1/584
Rechte Lunge	5,42	1/192
Linke Lunge	3,55	1/293
Winterschlafdrüse . . . . . (Der Brusttheil allein 2,85 Grm.)	13,85	1/75
Speiseröhre vom Zungenbein bis zum Durchgang durch das Zwerchfell . .	1,35	1/770
Magen	19,85	1/52
In ihm enthaltene Flüssigkeit	3,25	1/320
Zwölffingerdarm	2,65	1/392
Leerdarm und Krummdarm	12,95	1/80
Blinddarm, Grimmdarm und Mastdarm .	17,55	1/59
Braune Flüssigkeit im Blinddarm . . .	0,45	1/2311
Flüssiger Inhalt im Grimmdarm . . .	1,00	1/1040
Fester Koth im Mastdarm	0,70	1/14855

	Gewicht in Gramm.	Annähernder Bruchtheil des Nettogewichts.
Von Blut gereinigte Leber und Gallenblase ohne Galle	34,65	1/30
Galle	1,57	1/662
Milz	1,00	1/1040
Rechte Niere	2,55	1/408
Linke Niere	2,80	1/372
Beide Nebennieren	0,50	1/2080
Entleerte Harnblase	0,95	1/1095
Enthäutete Ruthe	1,05	1/990
Die nicht einzeln gewogenen Theile, ausgeflossenes Blut und Verlust im Vergleich zu dem Nettogewicht des Leichnams	79,30	1/13
Differenz, bezogen auf das Anfangsgewicht (incl. den Verlust durch den Winterschlaf)	114,00	—
II. Männliches Murmelthier. (Dauer der Erstarrungszeit 44 Tage.)		
Ursprüngliches Gewicht, nachdem das Thier seit 3 Tagen in Winterschlaf verfallen	1083,1	—
Nachdem es länger als 6 Wochen im Winterschlafe gelegen hatte	993,6	—
Gewicht der Leiche des erstickten Thieres unmittelbar vor der Zergliederung	993,1	—
Nettogewicht, da 9,67 Grm. Inhalt des Nahrungskanales vorhanden war	983,43	—
Fettablagerungen zwischen den Falten des Bauchfells und an den Nieren	33,35	1/29
Grosses Netz mit Ligamentum gastrolienale und dem zahlreichen eingelagerten Fette	13,95	1/71

	Gewicht in Gramm.	Annähernder Bruchtheil des Nettogewichts.
Fett und Gekröse an dem Dünn- und an dem Dickdarm	8,45	1/116
Fettmassen unter der Haut, im Becken, in der Augenhöhle und zwischen den Muskeln	87,25	1/12
Gesammtsumme des Fettes nebst dem dazu gehörenden Bindegewebe, den Gefässen etc.	143,00	1/7,6
Muskeln des Kopfes, des Halses, des Rumpfes und der Extremitäten . . .	287,32	1/3,4
Blutleeres und von vorn herein fettfreies Herz nebst den Anfängen der grossen Gefässe	6,69	1/147
Zwerchfell mit seinen Schenkeln . . .	6,55	1/104
Zunge	6,75	1/146
Gesammtsumme der bis jetzt genannten Muskeln	307,31	1/3,2
Haut, Haare und Fusssohlen	165,70	1/5,9
Skelett mit daran haftenden Bändern, Sehnen, Resten von Muskelfasern und nach Abzug des noch enthaltenen Gehirns und Rückenmarks	161,30	1/6,1
Gehirn	10,40	1/94
Rückenmark	2,60	1/378
Die beiden Augen nebst den Sehnerven	3,75	1/262
Die beiden Harder'schen Drüsen . . .	0,60	1/1639
Mundspeicheldrüsen	1,50	1/656
Kehlkopf und Luftröhre bis zur Trennung in die Bronchien	1,60	1/650

	Gewicht in Gramm.	Annähernder Bruchtheil des Nettogewichts.
Lungen	8,70	1/113
Winterschlafdrüse	9,85	1/100
Speiseröhre	1,70	1/570
Magen	16,95	1/58
Die in ihm enthaltene Flüssigkeit	6,17	—
Dünndarm	17,25	1/57
Blinddarm, Grimmdarm und Mastdarm	21,95	1/45
Inhalt des Blinddarms	3,50	—
Leber und Gallenblase ohne Galle	32,00	1/31
Galle	1,90	1/517
Milz	0,90	1/1093
Bauchspeicheldrüse	0,60	1/1639
Rechte Niere	2,80	1/351
Linke Niere	2,90	1/338
Nebennieren	0,30	1/3278
Entleerte Harnblase	1,05	1/936
Die übrigen, nicht einzeln gewogenen Theile, Blut und Verlust, in Vergleich mit dem Nettogewicht des Leichnams	67,32	1/17
Desgleichen bezogen auf das Anfangsgewicht (incl. den Verlust durch den Winterschlaf)	156,82	—
III. Männliches Murmelthier. (Dauer der Erstarrungszeit 150 Tage.)		
Ursprüngliches Gewicht desselben am fünften Tage des Winterschlafes	669,3	—
Gewicht nach 5monatlichem Winterschlaf	440,0	—
Nettogewicht, da 13,2 Grm. Darminhalt und 10,7 Grm. Urin vorhanden waren	416,1	—
Fettablagerungen	0,4 (?)	1/1040

	Gewicht in Gramm.	Annähernder Bruchtheil des Nettogewichts.
Muskeln der einen Seitenhälfte . . .	57,9	1/7
Muskeln der andern Seitenhälfte . . .	56,5	1/7
Summe beider	114,4	1/3,5
Blutleeres Herz mit den grossen Gefässen	2,9	1/143
Zwerchfell	1,9	1/219
Zunge dicht über dem Zungenbein abgeschnitten	2,8	1/149
Gesammtsumme aller Muskeln	122,0	1/3,4
Skelett mit Bändern, Sehnen etc. . . .	112,0	1/3,7
Haut	77,4	1/5,4
Gehirn	9,8	1/43
Rückenmark	2,1	1/198
Beide Augen	3,0	1/139
Harder'sche Drüsen	0,3	1/1390
Speicheldrüsen	1,0	1/416
Kehlkopf und Lungen	1,4	1/297
Winterschlafdrüse	3,1	1/134
Speiseröhre	0,9	1/463
Magen	7,1	1/59
Dünndarm	7,9	1/53
Blinddarm	2,0	1/208
In ihm enthaltene Masse	10,9	—
Grimmdarm und Mastdarm	8,7	1/48
Inhaltsmassen derselben	2,3	—
Leber und Gallenblase	10,1	1/181
Galle	1,1	1/378
Milz	0,3	1/1387
Rechte Niere	1,8	1/231
Linke Niere	1,7	1/245
Beide Nebennieren	0,2	1/2081

	Gewicht in Gramm.	Annähernder Bruchtheil des Nettogewichts.
Entleerte Harnblase	0,9	1/463
Urin in der Harnblase	10,7	—
Enthäutete Ruthe	0,3	1/1387
Blut, nicht gewogene Theile, Verlust, im Vergleich mit dem Bruttogewicht des Leichnams	40,6	1/10
Desgleichen im Vergleich mit dem Anfangsgewicht, den Verlust durch den Winterschlaf eingerechnet	269,9	—
IV. Weibliches Murmelthier. (Dauer der Erstarrungszeit 166 Tage.)		
Ursprüngliches Gewicht nach dreitägigem Winterschlaf	944,4	—
Bruttogewicht nach einer Erstarrungszeit von 5½ Monaten. (Die letzte Zeit wurde hin und wieder Nahrung verzehrt, das Körpergewicht nahm dessenungeachtet stetig ab.)	656,0	—
Nettogewicht des Körpers, da der Darm 68 Grm. Kothmassen und die Blase 21,5 Grm. Urin enthielt	566,5	—
Fettablagerungen im Gekröse (nebst den in ihnen enthaltenen Saugaderdrüsen)	1,5	1/378
Muskeln der rechten Seitenhälfte des Körpers	88,0	—
Muskeln der linken Seitenhälfte . . .	77,0	—
Summe beider	165,0	1/3,4
Blutleeres Herz mit den grossen Gefässen	4,2	1/135
Zwerchfell	3,0	1/189

	Gewicht in Gramm.	Annähernder Bruchtheil des Nettogewichts.
Zunge dicht über dem Zungenbeine abgeschnitten	7,5	1/76
Gesammtsumme aller Muskeln	179,7	1/3,2
Skelett mit Bändern, Sehnenresten etc.	130,0	1/4,3
Haut mit Haaren, Zellgewebe etc.	95,0	1/6
Gehirn	10,0	1/57
Rückenmark	2,5	1/228
Beide Augen	3,0	1/189
Harder'sche Drüsen	0,5	1/1133
Mundspeicheldrüsen	1,5	1/41
Kehlkopf und Lungen	7,5	1/76
Winterschlafdrüse	3,2	1/177
Speiseröhre	1,2	1/472
Magen	9,5	1/60
Inhalt desselben	8,5	—
Zwölffingerdarm, Leerdarm und Krummdarm	12,0	1/472
Inhalt des Dünndarmes	5,0	—
Blinddarm	10,0	1/56
In ihm enthaltene Massen	22,0	—
Grimmdarm und Mastdarm	9,0	1/63
In ihnen gefundene Massen	32,5	—
Leber und Gallenblase ohne Galle	6,7	1/84
Galle	1,5	1/378
Milz	0,5	1/1133
Beide Nieren	4,9	1/116
Beide Nebennieren	0,15	1/3770
Entleerte Harnblase	1,0	1/567
Urin in der Harnblase	21,5	—
Eierstöcke, Uterus und Tuben	0,8	1/708
Blut, nicht gewogene Theile und Verlust		

	Gewicht in Gramm.	Annähernder Bruchtheil des Nettogewichts.
im Vergleich mit dem Bruttogewicht des Leichnams	74,85	1/7,6
Desgleichen im Vergleich mit dem Anfangsgewicht (incl. den Verlust durch den Winterschlaf)	363,25	—
V. Männliches Murmelthier. (Dauer der Erstarrungszeit 173 Tage.)		
Ursprüngliches Gewicht nach 3tägigem Winterschlaf	1006,45	—
Körpergewicht nach einem Winterschlaf von $5^2/_3$ Monaten, zum Theil wachend und in den letzten Tagen hin und wieder Nahrung zu sich nehmend, doch so, dass sich das Körpergewicht dessen ungeachtet verkleinerte	597,0	—
Nettogewicht, da der Darm 24 Gramm Nahrungsmasse und die Harnblase 14,0 Gramm Urin enthielt	559,0	—
Fettablagerungen im Gekröse, die eingehüllten Saugaderdrüsen mitgerechnet .	1,2	1/466
Muskeln der rechten Seitenhälfte des Körpers	90,0	—
Muskeln der linken Seitenhälfte . . .	92,0	—
Summe beider	182,0	1/3
Blutleeres Herz mit den grossen Gefässen	4,0	1/140
Zwerchfell	3,5	1/16
Zunge dicht über dem Zungenbein abgeschnitten	5,5	1/10
Gesammtmasse der Muskeln	195,0	1/2,9

	Gewicht in Gramm.	Annähernder Bruchtheil des Nettogewichts.
Skelett mit Bändern, Sehnen etc. . . .	138,0	1/4
Haut mit Haaren, Zellgewebe etc. . .	90,0	1/6
Gehirn	11,0	1/51
Rückenmark	2,8	1/20
Beide Augen	3,5	1/16
Harder'sche Drüsen	0,5	1/1112
Mundspeicheldrüsen	1,0	1/559
Kehlkopf und Lungen	6,5	1/86
Winterschlafdrüse	4,0	1/140
Speiseröhre	2,0	1/280
Magen	8,5	1/65
Inhalt desselben	2,0	—
Zwölffingerdarm, Leerdarm und Krummdarm	15,5	1/36
Blinddarm	11,0	1/51
In ihm enthaltene Kothmassen	13,0	—
Grimmdarm und Mastdarm	8,0	1/70
In ihnen enthaltene Massen	9,0	1/63
Leber und Gallenblase ohne Galle . .	17,5	1/32
Galle	0,4	1/1398
Milz	1,5	1/373
Beide Nieren	6,0	1/93
Beide Nebennieren	0,3	1/1863
Entleerte Harnblase	2,0	1/280
In der Harnblase enthaltener Harn . .	14,0	1/40
Beide Hoden	0,8	1/697
Enthäuteter Penis	0,4	1/1398
Blut, andere nicht gewogene Theile und Verlust	31,6	1/18

Anhangsweise gebe ich noch eine Reihe von Wägungen der Organe eines Igels, der Ende Januar starb, nachdem er seit dem Spätherbste mit zahlreichen Unterbrechungen geschlafen hatte. Die

Schwankungen seines Körpergewichtes sind in der ersten Abtheilung unter Nro. VIII verzeichnet worden.

	Gewicht in Gramm.	Annähernder Bruchtheil des Körpergewichts.
Körpergewicht	773,3	—
Nettogewicht, da 13 Grm. Urin und Koth nach dem Tode abgegangen waren	760,0	—
Muskeln des Kopfes, des Halses, des Rumpfes und der Extremitäten	183,0	1/4
Zwerchfell	6,2	1/123
Herz	5,0	1/152
Zunge	3,0	1/253
Gesammte Muskelmasse	197,2	1/3,8
Feuchtes Skelett	107,5	1/7
Haut von dem Hautmuskel grösstentheils befreit	260,0	1/3
Subcutanes Fett und Zellgewebe	20,5	1/37
Gehirn und verlängertes Mark	4,0	1/190
Beide Augen	0,6	1/1267
Kehlkopf und Halstheil der Luftröhre	2,0	1/72
Lungen	8,5 } 10,5	
Winterschlafdrüse	12,7	1/60
Speiseröhre	1,0	1/760
Nahrungskanal von der Cardia bis zum After mit Schleim und Kothresten	35,5	1/21
Leber, Gallenblase und in dieser enthaltene Galle	28,5	1/27
Milz	2,0	1/380
Rechte Niere	4,0	1/100
Linke Niere	3,6 } 7,6	
Beide Nebennieren	0,6	1/1267
Entleerte Harnblase	1,0	1/760

	Gewicht in Gramm.	Annähernder Bruchtheil des Körpergewichts.
In ihr noch gefundener Harn	7,6	—
Penis mit Samenblasen und beide Hoden	3,8	1/200
Vasa deferentia	12,0	1/63
Blut, nicht gewogene Organe und Verlust	47,4	1/16

Wir können diese Gewichtswerthe auf mehrfache Weise berechnen. Bezeichnen wir das Gewicht des Leichnams, das er unmittelbar darbot, mit dem Namen des Bruttogewichtes, und das, welches nach Abzug des Inhaltes des Nahrungskanales und der Harnblase übrig bleibt, mit dem des Nettogewichtes, so wollen wir zunächst das letztere zu Grunde legen und ein Kilogramm Körperschwere als Basis aller übrigen Bestimmungen voraussetzen. Diese Berechnungsweise kann nicht unmittelbar zeigen, wieviel jeder Theil im Laufe des Winterschlafs eingebüsst hat. Sie giebt uns vielmehr nur die verhältnissmässige Zusammensetzung eines jeden der Thiere in dem gegebenen Augenblicke seines Todes. Man hat gleichsam ein anderes Geschöpf am Anfange, ein anderes im Verlaufe oder am Ende des Winterschlafes. Wir können höchstens auf die Abnahmsgrössen, die während der Erstarrungszeit eingriffen, mittelbar zurückschliessen, indem sich die beständig bleibenden Theile durch verhältnissmässig beträchtliche Erhöhungen ihrer entsprechenden Gewichtsmengen auszeichnen.

Die erste Tabelle enthält die einem Kilogramm Nettogewicht entsprechenden Verhältnisswerthe. Da die Lungen des Murmelthiers Nro. III, die Leber von Nro. IV., die Milz von Nro. V und die Nebennieren von Nro. III Zahlen, die von denen der übrigen Exemplare wesentlich abwichen, dargeboten haben, und daher der Verdacht einer auffallenden rein individuellen Eigenthümlichkeit vorlag, so habe ich die Mittelwerthe, die sich nach Ausschluss jener Grössen ergaben, in Parenthese hinzugefügt. Die Verhältnisswerthe der nicht hierher gehörenden Inhaltsmassen des Nahrungskanals

und der Harnblase wurden, in Klammern eingeschlossen, der Vollständigkeit wegen eingetragen.

Erste Tabelle.

Berechnung der Gewichtsmengen der Organe für 1 Kilogramm Nettogewicht des Leichnames des Murmelthieres.

Theil.	In Grammen ausgedrückte Menge für 1000 Grm. Nettogewicht des Murmelthieres.					
	Thier No. I.	Thier No. II	Thier No. III.	Thier No. IV.	Thier No. V.	Mittel aus No. III, IV. u. V.
Nettogewicht des Leichnames.	1042,0	983,43	416,1	566,5	559,0	513,9
Fettmenge.	170,49	145,41	0,96(?)	2,64	2,15	1,92
Körpermuskeln.	261,85	292,16	274,93	291,26	325,58	297,26
Zwerchfell.	5,98	6,66	4,57	5,30	6,26	5,38
Blutleeres Herz, an der Verbindung mit den grossen Gefässen abgeschniten.	6,09	6,80	6,97	7,41	7,16	7,18
Zunge.	6,19	6,86	6,73	13,24	9,84	9,94
Gesammtmenge der genannten Muskeln.	280,14	312,49	293,20	317,21	348,84	319,75
Haut und Haare.	163,87	168,49	186,01	167,70	160,10	171,27
Skelett mit Sehnen, Bändern u. s. w.	173,56	164,02	269,17	229,48	246,87	248,51
Gehirn.	10,75	10,58	23,55	17,65	19,68	20,29
Rückenmark.	2,62	2,64	5,05	4,41	5,01	4,82
Augen.	3,36	3,81	7,21	5,30	6,26	6,26
Harder'sche Drüsen.	0,48	0,61	0,72	0,88	0,89	0,83
Mundspeicheldrüsen.	1,66	1,52	2,40	2,65	1,79	2,28
Kehlkopf und Lungen.	10,32	10,47	3,36	13,24	11,63	9,41 (12,44)
Winterschlafdrüse.	13,29	10,02	7,45	5,65	7,16	6,75
Speiseröhre.	1,30	1,73	2,16	2,12	3,58	2,62
Magen.	19,05	17,24	17,06	16,77	15,21	16,35
(Mageninhalt.)	(3,12)	(6,27)	(—)	(15,01)	(3,58)	(—)
Zwölffingerdarm.	2,54	17,54	18,99	21,18	27,73	22,63
Leerdarm und Krummdarm.	12,43					
(Inhalt der dünnen Gedärme.)	—	—	—	(8,83)	—	—
Blinddarm, Grimmdarm und Mastdarm.	16,84	22,32	25,72	33,54	33,99	31,08
(Inhalt des Blinddarmes.)	(0,43)	(3,56)	(26,20)	(38,84)	(23,26)	—

Theil.	In Grammen ausgedrückte Menge für 1000 Grm. Nettogewicht des Murmelthieres.					
	Thier No. I.	Thier No. II.	Thier No. III.	Thier No. IV.	Thier No. V	Mittel aus No. III, IV. u. V.
(Inhalt des Grimmdarmes und des Mastdarmes.)	(1,63)	—	(5,53)	(57,37)	(16,10)	—
Leber und Gallenblase ohne Galle.	33,25	32,54	24,27	11,83	31,31	22,47 (27,79)
Galle.	1,51	1,93	2,64	2,65	0,72	2,00
Milz.	0,96	0,91	0,72	0,88	2,68	1,43 (0,80)
Bauchspeicheldrüse.	—	0,61	—	—	—	—
Beide Nieren.	5,13	5,80	8,41	8,65	10,78	9,26
Beide Nebennieren.	0,48	0,30	0,48	0,27	0,54	0,43 (0,51)
Entleerte Harnblase.	0,91	1,07	2,16	1,77	3,58	2,50
(In ihr enthaltener Harn.)	—	—	(25,71)	(37,95)	(25,05)	—
Beide Hoden.	—	—	—	—	1,45	—
Penis.	0,98	—	0,72	—	0,73	0,73
Eierstöcke, Tuben und Gebärmutter.	—	—	—	1,41	—	—
Blut, die nicht gewogenen Theile und Verlust.	74,15	67,95	97,59	132,12	57,37	96,31

Wir wollen uns zunächst ein Bild der verhältnissmässigen Vertheilung der Körpermasse auf die einzelnen Organe für den Anfang und das Ende des Winterschlafes zu entwerfen suchen. Halten wir uns in dieser Beziehung an das Thier Nro. I. und die Mittelwerthe von Nro. III., IV. und V., so finden wir:

Anfang des Winterschlafs.		Ende des Winterschlafs.	
Theil.	Procente des Körpergewichts.	Theil.	Procente des Körpergewichts.
Körpermuskeln . .	26,19	Körpermuskeln . .	29,73
Skelett	17,34	Skelett	24,85
Fett	17,05	Haut	17,13
Haut	16,39	Dickdarm	3,31
Leber	3,33	Dünndarm	2,26
Magen	1,91	Leber	2,25
Dickdarm	1,69	Gehirn	2,03

Anfang des Winterschlafs.		Ende des Winterschlafs.	
Theil.	Procente des Körpergewichts.	Theil.	Procente des Körpergewichts.
Dünndarm	1,49	Magen	1,63
Winterschlafdrüse .	1,33	Zunge	0,99
Gehirn	1,08	Kehlkopf und Lungen	0,95
Kehlkopf und Lungen	1,03	Nieren	0,93
Zunge	0,62	Herz	0,72
Herz	0,61	Winterschlafdrüse .	0,68
Zwerchfell	0,60	Augen	0,63
Nieren	0,51	Zwerchfell	0,54
Augen	0,34	Rückenmark . . .	0,48
Rückenmark . . .	0,26	Speiseröhre . . .	0,26
Mundspeicheldrüsen .	0,17	Harnblase	0,25
Speiseröhre . . .	0,13	Mundspeicheldrüsen .	0,23
Ruthe	0,098	Milz	0,14
Milz	0,096	Harder'sche Drüsen .	0,08
Harnblase	0,091	Ruthe	0,07
Nebennieren . . .	0,048		
Harder'sche Drüsen .	0,048		

Eine genauere Betrachtung lehrt bald, dass das Gehirn, das Rückenmark, die Augen, die Mundspeicheldrüsen, die Speiseröhre, zum Theil die dünnen, vorzugsweise aber die dicken Gedärme, die Nieren und die Harnblase beträchtlich höhere Werthe am Ende, als am Anfange des Winterschlafes in Anspruch nehmen. Wir werden sogleich sehen, dass die meisten dieser Theile nur unbedeutende Schwankungen ihrer wahren Gewichtsgrössen im Laufe des Winterschlafes erleiden. Das Fett, welches in dem Thiere Nro. I. noch 17% ausmachte, hatte zueltzt weniger als $^1/_5$%. Die Winterschlafdrüse, die zuerst die Verhältnissgrösse 1,33 besass, sinkt am Ende auf 0,68 herab, weil sie relativ weit mehr als das Körpergewicht abnimmt. Das geringere Wachsthum der der Haut, dem Skelet, der Leber entsprechenden Werthe erklärt sich aus der nur theilweisen Compensation ihrer wahren Verlustgrösse durch die Verkleinerung der gesammten Körpermasse. Die verschiedene Ordnung, in welcher die einzelnen Organe im Anfange und am

Ende des Winterschlafes ihrem verhältnissmässigen Gewichte nach folgen, geht aus diesen Beziehungen hauptsächlich hervor.

Vergleichen wir die Thiere Nro. I. und Nro. II., so müssen uns die höheren Werthe, welche die Körpermuskeln, das Zwerchfell, das Herz, die Zunge, die Haut, der dünne und der dicke Darm besitzen, sogleich auffallen. Die meisten dieser Theile hatten ein so bedeutendes Uebergewicht von Anfang her, dass es der 44tägige Winterschlaf nicht ausglich. Wir finden dagegen, dass das Skelett, der Magen und die Leber verhältnissmässig kleinere Bruchtheile der Körpermasse ausmachen. Man sieht hieraus, dass Organe, die in naher Wechselbeziehung stehen, wie die Muskeln und die Knochen, der Dünndarm, der Magen und die Leber, sehr ungleiche Ausbildungsgrössen trotz ihrer physiologischen Verwandtschaft zeigen können. Der grosse Verlust, den die Winterschlafdrüse erleidet, verräth sich schon nachdrücklich nach 44tägiger Ruhe. Ihr Verhältnisswerth sinkt beträchtlicher, als die gesammte Körpermasse.

Hält man sich an das Mittel von Nro. III., IV. und V., so besitzt ein Murmelthier, das seinen Winterschlaf überstanden hat, relativ grössere Mengen von Muskeln, Skelettheilen und Hautgebilden. Das Fett, die Winterschlafdrüse und die Leber nehmen dagegen auffallend kleinere Zahlen in Anspruch.

Man kann von dem Anfangsgewichte des Thieres bei dem Beginne des Winterschlafes in einer zweiten Berechnungsweise ausgehen. Legt man dieser die Zurückführung auf die Einheit des Kilogramms zu Grunde, so kann man die durch den Winterschlaf herbeigeführte Verlustgrösse einem besonderen Körpertheile seiner Bedeutung nach gleichsetzen. Man wird dann zu erforschen suchen, wie viel jedes Organ zur Erzeugung jenes Deficittheiles beigetragen hat. Die unveränderlicheren Gewebemassen müssen hier beständigere Werthe liefern. Ihre Zahlen wachsen jetzt nicht mehr scheinbar, wie in der ersten Tabelle, durch die grössere Kleinheit des gesammten Körpergewichtes.

Ich habe wiederum doppelte Durchschnittsgrössen bei dem

Skelett, dem Gehirn, dem Rückenmark, dem Kehlkopfe und den Lungen, der Leber und der Milz hinzugefügt, weil hier eine der drei, einem einzelnen Thiere entsprechenden Zahlen die Merkmale rein individueller Werthe durch ihre Abweichung von den übrigen zu verrathen schienen. Die verhältnissmässigen Verlustmengen, welche das ausfliessende Blut und die nicht gewogenen Theile bedingten, sind nur der Controle wegen angegeben worden.

Zweite Tabelle.

Berechnung der Gewichtsmengen der Organe für 1 Kilogramm Anfangsgewicht des Murmelthieres.

Theil.	In Grammen ausgedrückte Menge für 1000 Grm. Anfangsgewicht des Murmelthieres.					
	Thier No. I.	Thier No. II.	Thier No. III.	Thier No. IV.	Thier No. V.	Mittel aus No. III., IV. u. V.
Ursprüngliches Gewicht am Anfange des Winterschlafes.	1063,8	1063,1	669,3	944,4	1006,45	873,38
Verlust während der Erstarrungszeit auf 1 Kilogramm Körpergewicht zurückgeführt.	33,59	83,10	342,15	305,38	406,82	351,45
Fettmenge.	163,92	132,03	0,60 (?)	1,59	1,19	1,13
Körpermuskeln.	251,76	265,28	170,93	174,71	180,83	175,49
Zwerchfell.	5,77	6,05	2,84	3,18	3,48	3,17
Blutleeres Herz, an den grossen Gefässen abgeschnitten.	5,86	6,18	4,33	4,45	3,97	4,25
Zunge.	5,95	6,23	4,18	7,94	5,47	5,86
Gesammtmenge der genannten Muskeln.	269,34	283,73	182,28	190,28	193,75	188,77
Haut und Haare.	157,56	152,99	115,65	100,59	89,42	101,89
Skelett, Bänder, Sehnen u. s. w.	166,87	148,93	167,34	137,66	137,12	147,37 (137,89)
Gehirn.	10,33	9,60	14,64	10,59	10,93	12,05 (10,76)
Rückenmark.	2,52	2,40	3,14	2,65	2,78	2,86 (2,72)
Augen.	3,22	3,46	4,48	3,18	3,48	3,71
Harder'sche Drüsen.	0,46	0,55	0,45	0,53	0,50	0,49
Mundspeicheldrüsen.	1,60	1,39	1,49	1,59	0,99	1,36
Kehlkopf und Lungen.	9,92	9,51	2,09	7,94	6,46	5,50 (7,20)

Theil.	In Grammen ausgedrückte Menge für 1000 Grm. Anfangsgewicht des Murmelthieres.					
	Thier No. I.	Thier No. II.	Thier No. III.	Thier No. IV.	Thier No. V.	Mittel aus No. III, IV. u. V.
Winterschlafdrüse.	12,78	9,31	4,63	3,39	3,96	3,99
Speiseröhre.	1,25	1,57	1,34	1,27	1,99	1,53
Magen.	18,32	15,65	10,61	10,06	8,44	9,70
Inhalt desselben.	3,00	5,70	—	9,00	1,99	—
Zwölffingerdarm.	2,45	15,92	11,80	12,70	15,40	13,30
Leerdarm und Krummdarm.	11,95					
Inhalt der dünnen Gedärme.	—	—	—	5,30	—	—
Blinddarm, Grimmdarm u. Mastdarm.	16,19	20,27	15,99	20,12	18,88	18,33
Inhalt des Blinddarmes.	0,42	3,23	16,29	23,30	12,91	—
Inhalt des Grimmdarmes und des Mastdarmes.	1,57	—	3,44	34,41	8,94	—
Leber und Gallenblase ohne Galle.	31,97	29,55	15,09	7,09	17,39	13,19 (16,24)
Galle.	1,45	1,75	1,64	1,59	0,40	0,88
Milz.	0,92	0,83	0,45	0,53	1,49	0,82 (0,49)
Bauchspeicheldrüse.	—	0,55	—	—	—	—
Beide Nieren.	4,94	5,26	5,23	5,19	5,96	5,46
Beide Nebennieren.	0,46	0,28	0,30	0,16	0,30	0,25
Entleerte Harnblase.	0,88	0,97	1,35	1,06	1,99	1,47
In ihr enthaltener Harn.	—	—	15,99	22,77	13,91	—
Beide Hoden.	—	—	—	—	0,80	—
Penis.	0,97	—	0,45	—	0,40	0,43
Eierstöcke, Tuben und Gebärmutter.	—	—	—	0,85	—	—
Blut, die übrigen nicht gewogenen Theile u. Verlust.	71,15	62,07	61,17	79,26	31,40	57,29

Ich habe die dritte Tabelle aus der zweiten berechnet, um die Uebersicht der Resultate zu erleichtern. Die erste Zahlenkolumne giebt die Procentwerthe, welche das Gewicht jedes einzelnen Organes im Anfange des Winterschlafes von dem Gesammtgewichte des Körpers in Anspruch nahm. Die folgende Doppelreihe enthält den absoluten Procentverlust, der nach 44tägiger und nach durchschnittlich 163tägiger Erstarrungszeit eingetreten war. Die beiden folgenden Kolumnen liefern die Procentgrössen, die jedes einzelne Organ im Laufe des 44tägigen und des 163tägigen

Winterschlafes von seinem eigenen ursprünglichen Gewichte verloren hat. Die zwei letzten Abtheilungen endlich verzeichnen die mittleren täglichen Verlustwerthe, soweit sie sich aus den früheren Zahlenreihen berechnen liessen. Da manche Vergleichungsgrössen, vorzugsweise wegen des Thieres Nro. II. positiv und nicht negativ ausfielen, so habe ich diese uns nicht interessirenden Werthe, die durch die individuelle Beschaffenheit des Thieres wesentlich bestimmt wurden, nur in der zweiten Kolumne angeführt, in den übrigen hingegen weggelassen.

Dritte Tabelle.

Auf 1 Kilogramm Murmelthier zurückgeführte Werthe (mit Zugrundelegung des Anfangsgewichtes wie in der zweiten Tabelle), nach absoluten und relativen Procentbestimmungen dargestellt.

Theile.	Absoluter Procentwerth des zum Grunde gelegten Thieres No. I.	Absoluter Procentunterschied		Relativer Procentverlust, die Anfangswerthe zum Grunde gelegt,		Durchschnittlicher täglicher Procentverlust	
		nach 44tägigem Winterschlaf.	nach durchschnittlich 163tägigem Winterschlaf.	nach 44tägigem Winterschlaf.	nach durchschnittlich 163tägigem Winterschlaf.	nach 44tägigem Winterschlaf.	nach durchschnittlich 163tägigem Winterschlaf.
Auf 1 Kilogrm. Körpergewicht zurückgeführter Verlust.	3,36	8,31	35,51	—	—	0,190	0,218
Fettmenge.	16,39	3,19	16,28	19,45	99,31	0,072	0,0999
Körpermuskeln.	25,18	+ 1,35	7,63	—	30,30	—	0,047
Zwerchfell.	0,58	+ 0,03	0,26	—	45,06	—	0,002
Herz.	0,59	+ 0,03	0,16	—	27,48	—	0,001
Zunge.	0,60	+ 0,03	0,009	—	1,51	—	0,00006
Gesammtverlust der genannten Muskeln.	26,93	+ 1,44	8,06	—	29,91	—	0,049
Haut u. Haare.	15,76	0,46	5,57	2,90	35,33	0,010	0,034
Skelett, Bänder u. Sehnen &c.	16,69	1,79	1,95 (2,95)	10,75	11,69 (17,67)	0,041	0,012 (0,018)
Gehirn.	1,03	0,07	+ 0,17 (+ 0,04)	7,07	—	0,002	—
Rückenmark.	0,25	0,01	+ 0,03 (+ 0,02)	4,76	—	0,0002	—

Theile.	Absoluter Procentwerth des zum Grunde gelegten Thieres No. I.	Absoluter Procentunterschied		Relativer Procentverlust, die Anfangswerthe zum Grunde gelegt,		Durchschnittlicher täglicher Procentverlust	
		nach 44tägigem Winterschlaf.	nach durchschnittlich 168tägigem Winterschlaf.	nach 44tägigem Winterschlaf.	nach durchschnittlich 168tägigem Winterschlaf.	nach 44tägigem Winterschlaf.	nach durchschnittlich 168tägigem Winterschlaf.
Augen.	0,32	+ 0,02	+ 0,05	—	—	—	—
Harder'sche Drüsen.	0,05	+ 0,009	+ 0,003	—	—	—	—
Mundspeicheldrüsen.	0,16	0,02	0,02	13,13	15,00	0,0005	0,0005
Kehlkopf und Lungen.	0,99	0,04	0,44 (0,27)	4,14	44,56 (27,22)	0,001	0,002 (0,002)
Winterschlafdrüse.	1,28	0,35	0,88	27,15	68,78	0,008	0,005
Speiseröhre.	0,13	+ 0,03	+ 0,03	—	—	—	—
Magen.	1,83	0,27	0,86	14,57	47,05	0,006	0,005
Dünndarm.	1,44	+ 0,15	0,11	—	7,64	—	—
Dickdarm.	1,62	+ 0,41	+ 0,21	—	—	—	0,0007
Leber und Gallenblase ohne Galle.	3,20	0,24	1,88 (1,57)	7,57	58,74 (49,20)	0,005	— 0,012 (0,0096)
Galle.	0,15	+ 0,03	0,06	—	—	—	—
Milz.	0,09	0,009	0,010 (0,043)	9,78	10,87	0,0002	0,00007 (0,0003)
Nieren.	0,49	+ 0,032	+ 0,052	—	—	—	—
Nebennieren.	0,05	0,018	0,021	39,13	45,65	0,0004	0,0002
Harnblase.	0,09	+ 0,009	+ 0,059	—	—	—	—
Ruthe.	0,10	—	0,054	—	55,67	—	0,003

Die beifolgende Tafel II. enthält eine graphische Uebersicht der absoluten und der relativen Verluste, welche sich bis zum Ende des Winterschlafes geltend machten. Ich habe hier wiederum Nro. I. und den Durchschnittswerth von Nro. III., IV. und V. zu Grunde gelegt. Je zehn Theile der Abscisse entsprechen einer bestimmten Gewebmasse oder einem Organe, das die Ueberschrift anzeigt. Die Abschnitte der Ordinate gleichen den auf die gleiche Einheit kommenden Verlustwerthen. Die von einem zu dem andern Ende des Abscissenabschnittes gezogene schiefe Ordinate fällt daher um so länger und um so steiler aus, je mehr ein Theil an Masse eingebüsst hat.

Die grüne Linie a, b, c, d, e, f entspricht den absoluten Ver-

lustwerthen der einzelnen Körperorgane im Laufe des Winterschlafes, wenn man ein Kilogramm Anfangsgewicht zu Grunde legt. Man sieht, wie sich vor Allem das Fett und nächst ihm die Körpermuskeln bei der Deckung des Ausfalles betheiligen. Die bedeutendsten Mengen kommen nächstdem auf die Haut, die Skelettheile, die Leber, die Winterschlafdrüse und den Magen. Die punktirte Linie b d bezieht sich auf den Verlust der gesammten rothen Muskulatur, während b c nur den der Körpermuskeln ausdrückt. Die punktirten Fortsetzungen q r und e f umfassen die beständigen Organe, die keine negativen, sondern kleine positive Werthe darboten.

Die untere Kurve g h i k l m n o p zeigt die relativen Procentverluste eines jeden einzelnen Organes, wenn man seine eigene ursprüngliche Masse als Basis nimmt. Das Fett hat zwar auch hier die erste Stelle. Man sieht aber, wie unmittelbar darauf die Winterschlafdrüse und die Leber und erst später die Muskeln, die Haut, das Skelett und dgl. nachfolgen. Die grosse Verlustzahl, welche die so kleinen Nebennieren darbieten, kann nur mit dem nöthigen Vorbehalt angenommen werden. Ich möchte auch keinen besondern Werth auf die relativen Differenzen, welche die Mundspeicheldrüsen liefern, aus dem gleichen Grunde gelegt wissen. Da die Organe nach den Verlustgrössen der oberen Kurve mit Ausnahme der Augen zusammengestellt sind, so hebt die untere Zickzacklinie den Unterschied der absoluten und der relativen Abnahmswerthe um so schärfer hervor. Die Linien h i und h k haben die gleiche Bedeutung wie b c und b d der ersten Kurve. Ebenso beziehen sich die punktirten Stücke m n und o p auf die Organe, die positive Unterscheidungsgrössen geliefert hatten.

Ordnen wir die absoluten Verlustprocente in absteigender Linie, so erhalten wir:

44tägiger Winterschlaf.		Durchschnittlich 163tägiger Winterschlaf.	
Theil.	Absoluter Procentverlust.	Theil.	Absoluter Procentverlust.
Fett	3,19	Fett	16,28
Skelett	1,79	Körpermuskeln . .	7,63
Haut	0,46	Haut	5,57
Winterschlafdrüse .	0,35	Skelett	1,95
Magen	0,27	Leber	1,88
Leber	0,24	Winterschlafdrüse .	0,88
Gehirn	0,07	Magen	0,86
Kehlkopf und Lungen	0,04	Kehlkopf und Lungen	0,44
Mundspeicheldrüsen .	0,02	Zwerchfell	0,26
Nebennieren . . .	0,018	Herz	0,16
Rückenmark . . .	0,01	Dünndarm	0,11
Harnblase	0,009	Ruthe	0,05
		Augen	0,05
		Mundspeicheldrüsen .	0,02
		Nebennieren . . .	0,02
		Milz	0,01

Wir bekommen dagegen eine ganz andere Reihenfolge, wenn wir die Procente des eigenen Anfangsgewichtes der Gewebemassen in Betracht ziehen. Wir haben für diesen Fall:

44tägiger Winterschlaf.			Durchschnittlich 163tägiger Winterschlaf.		
Theil.	Procente des Ursprungsgewichts desselben Theiles.		Theil.	Procente des Ursprungsgewichts desselben Theiles.	
Nebennieren . .	39,13	Höher als das Gesammtmittel 8,31.	Fett	99,31	Höher als der mittlere Gesammtverlust 35,1.
Winterschlafdrüse	27,15		Winterschlafdrüse	68,78	
Fett	19,15		Leber	58,74	
Magen	14,57		Ruthe	55,67	
Mundspeicheldrüsen	13,13		Magen	47,05	
Milz	9,78		Nebennieren . .	45,65	
			Zwerchfell . . .	45,06	
			Kehlkopf u. Lungen	44,56	
			Haut	35,31	

44tägiger Winterschlaf.			Durchschnittlich 163tägiger Winterschlaf.		
Theil.	Procente des Ursprungsgewichts desselben Theiles.		Theil.	Procente des Ursprungsgewichts desselben Theiles.	
Leber	7,57	Niedriger als das Gesammtmittel 8,31.	Körpermuskeln .	30,30	Niedriger als der mittlere Gesammtverlust 35,1.
Gehirn	7,07		Gesammte rothe Muskulatur . .	29,91	
Rückenmark . .	4,76		Herz	27,48	
Kehlkopf u. Lungen	4,14		Mundspeicheldrüsen	15,00	
			Skelett	11,69	
			Milz	10,87	
			Dünndarm . . .	7,65	

Da die absoluten Beiträge, die jeder Theil für den Gesammtverlust liefert, von dem Produkte des Beschaffenheitscoefficienten und der in dem Körper vorhandenen Summe der Elemente abhängen, so gewähren sie kein reines Bild der Eigenschaften, von denen die Aufsaugung ihrem Wesen nach abhängt. Betrachten wir die für das Ende des Winterschlafes gültigen Werthe, so nehmen die Körpermuskeln die zweite Stelle ein, während die Leber und die Winterschlafdrüse erst den fünften und sechsten Rang erhalten. Wir haben hier den nachdrücklichsten Einfluss der Massenunterschiede, nicht aber ein Bild der wahren, von der Natur der Theile abhängigen inneren Zerstörungsprocesse. Man sieht aus der procentigen Tabelle, dass die proportionelle Abnahme der Muskeln nicht einmal die Grösse des gesammten mittleren Verlustes erreichen konnte. Nur der Umstand, dass die rothen Muskelmassen mehr als $^1/_4$ des Körpergewichtes ausmachen, lässt sie den grössten absoluten Verlust nach dem Fette tragen.

Etwas Aehnliches kehrt für das Skelett wieder. Ein grösserer Theil des Gewichtsverlustes, den es im Verlaufe der Erstarrungszeit erleidet, hängt wahrscheinlich von der Aufsaugung des in den Markräumen enthaltenen Fettes ab. Die Abnahme beträgt aber dessenungeachtet nur 11,7% der ursprünglichen Skelettmasse. Die beträchtliche Menge der Knochensubstanz bedingt es nur, dass sie den vierten Rang unter den absoluten Beiträgen einnimmt.

Die Procentwerthe zeigen uns, dass das Fett, die Winterschlafdrüse und die Leber den grössten Theil ihres Gewichtes im Laufe der Erstarrungszeit einbüssen. Obgleich der Werth, den wir für das Fett erhalten haben, schon 99,31% beträgt, so fällt er wahrscheinlich in der Wirklichkeit noch höher aus. Wir haben in dem vorigen Paragraphen gesehen, dass wir manches Fremdartige, wie die räthselhaften entozoenähnlichen Gebilde und die Gekrösdrüsen zu dem Fette der am Ende des Winterschlafes untersuchten Thiere rechnen mussten. Das Fett der Knochen konnte natürlich nicht als gesonderte Grösse aufgeführt werden.

Die beträchtliche Abnahme des Gewichtes der Winterschlafdrüse bestätigt zunächst, was der unmittelbare Augenschein lehrt. Eine genauere Betrachtung der Zahlen kann aber einen Schritt weiter führen. Wir haben in dem vorhergehenden Paragraphen gesehen, dass die zu beiden Seiten der Aorta hinabgehenden Verlängerungen der Winterschlafdrüse im Laufe der Erstarrungszeit gänzlich schwinden. Beträchtliche Massen bleiben aber noch oberhalb des Herzens, am Halse und nach den Schultern hin übrig. Man kann nur aus den relativen Volumens- oder Gewichtsbestimmungen mit Sicherheit feststellen, ob auch diese Abschnitte der Drüse während des Winterschlafes beträchtlich abnehmen.

Das Murmelthier Nro. I., das in den ersten Tagen der Erstarrungszeit getödtet worden, hatte eine Winterschlafdrüse, die 1,28% seines Anfangsgewichtes ausmachte. Der Brusttheil derselben nahm hiervon nur 0,26% in Anspruch. Das Exemplar Nro. II., welches 44 Tage geschlafen hatte, besass noch zum Theil die Stücke der Winterschlafdrüse, in denen zuerst die Aorta, wie in einer Rinne eingebettet liegt. Da der absolute Verlust des Organes 0,35% betrug, so folgt schon von selbst, dass auch die übrigen Abschnitte der Winterschlafdrüse zur Gesammtabnahme wesentlich beigetragen. Die Thatsache, dass der Verlust auf 0,88% am Schlusse der Erstarrungszeit gestiegen war, bestätigt die gleiche Schlussfolgerung.

Die Leber kommt unmittelbar nach der Winterschlafdrüse in der

zuletzt mitgetheilten Uebersichtstabelle. Obgleich diese Thatsache an und für sich nicht befremden kann, so besitzt sie doch nicht den Grad von Sicherheit, den die Werthe des Fettes und der Winterschlafdrüse darbieten. Die Wägungen der Leber schwanken in hohem Grade, je nachdem mehr oder weniger Blut ausgeflossen ist. Das Thier Nro. IV. bot ein so kleines Lebergewicht dar, dass ich es für nöthig hielt, die Mittelzahlen von Nro. III. und Nro. V. in Klammern hinzuzufügen. Hält man sich aber auch an diese, so behauptet doch die Leber noch den vierten Rang in der die eigenen Procente berücksichtigenden Uebersichtstabelle der Verlustgrössen.

Das kleine absolute Gewicht der Nebennieren und der deshalb um so schärfer hervortretende Einfluss der Präparation machen die hohe relative Abnahme derselben zweifelhafter, als es sonst der Fall wäre. Die Stellung der Lungen ist deshalb unsicher, weil das Thier Nro. III. auffallend geringe Gewichtsgrössen in dieser Hinsicht dargeboten hatte. Hält man sich an das Mittel von Nro. IV. und V., so würden die Lungen nur 27,2 % ihrer eigenen Masse, mithin weniger, als der durchschnittliche Gesammtverlust und die rothen Körpermuskeln einbüssen.

Fassen wir Alles zusammen, so sehen wir, dass sich zwei Gewebegruppen des Murmelthieres, das Fett und die Elemente der Winterschlafdrüse, in verhältnissmässig reichlichster Menge im Herbste ablagern. Diese beiden Gebilde verlieren relativ am meisten während der Erstarrungszeit. Das Fett ist in solchen Massen vorhanden, dass sein Verlust nicht bloss dem relativen, sondern auch dem absoluten Maximum entspricht. Das verhältnissmässig kleine Gewicht der Winterschlafdrüse dagegen bedingt es, dass sie in der Reihe der absoluten Verlustbeiträge hinter den Muskeln, der Haut, dem Skelett und der Leber zu stehen kömmt, obgleich sie sich um beinahe $^7/_{10}$ ihres Ursprungsgewichtes verkleinert. Die Leber selbst nimmt eine Mittelstellung ein. Sie folgt auf die Winterschlafdrüse ihrer eigenen Abnahme nach und gewinnt ihrer grösseren Masse wegen den Vorrang, wenn man die absoluten

Beiträge in Betracht zieht. Die hohen Stellen der Körpermuskeln, der Haut und des Skelettes rühren nur von den absolut grossen Mengen, nicht aber von einer besonderen, zu reichlicherer Aufsaugung bestimmenden Eigenthümlichkeit dieser Theile her.

Die in der zweiten Haupttabelle verzeichneten Werthe liefern endlich noch Aufschlüsse über die Thätigkeiten der Verdauungswerkzeuge während des Winterschlafes. Wir sahen, dass zuerst der Magen eine wässrige, wahrscheinlich nicht von früheren Nahrungsmitteln herrührende, sondern selbständig ausgeschiedene Flüssigkeit enthält. Der Vergleich von Nro. I. und II. scheint anzudeuten, dass die Absonderung dieser Mischung fast um ihren Anfangswerth im Laufe einer 44tägigen Erstarrungszeit zugenommen hatte. Obgleich die schlafenden Murmelthiere, selbst wenn sie im Winter Tage lang wachen, keine Nahrung geniessen, so findet doch immer ein, wenn auch sehr beschränkter Verdauungsprocess statt. Die Kothmassen, die sie von Zeit zu Zeit entleeren, bestehen aus Gallenresten und Ausscheidungserzeugnissen des Nahrungskanals. Dass sich diese Massen im Blinddarme am längsten aufhalten, wird durch die Gewichtsverhältnisse des Coecalinhaltes in Nro. I. und II. deutlich angezeigt. Der Blinddarm des 44 Tage lang erstarrten Thieres führte nahebei 8 Mal so viel Inhalt, als der des ersten Exemplares, das nur sechs Tage geschlafen hatte.

Wir haben bis jetzt die dem Ende des Winterschlafes entsprechenden Durchschnittsgrössen vorzugsweise betrachtet. Liessen sich alle Zahlen als der reine Ausdruck der Wahrheit ansehen, so müssten unsere Tabellen noch die Frage beantworten, ob die Stoffaufsaugung den gleichen Gang während des ganzen Winterschlafes einhält oder nicht. Man kann eine ablehnende Antwort theoretisch voraussehen. Jeder Tag, an dem das Thier ungleiche Mengen der verschiedenen Gewebe einbüsst, bedingt auch eine veränderte Combination der Zusammensetzung des gesammten Geschöpfes, mithin wahrscheinlich eine andere Beschaffenheit der Blutmasse und andere Verhältnisse der einzelnen aufgesogenen Gewebtheile. Vergleicht man die Werthe, die das Thier Nro. II. und der Durch-

schnitt von Nro. III., IV. und V. liefern, so gelangt man zu dem gleichen Ergebnisse. Halten wir uns z. B. an die wichtigeren und sichereren Grössen, so haben wir:

Theil.	Verhältniss der Abnahmsgrösse nach 44tägiger Erstarrung zu der nach durchschnittlich 163-tägigem Winterschlaf.	
	Absolute Verlustgrösse.	Procente der eigenen Organmassen.
Verhältniss der Winterschlafstage	= 44 : 163	= 1 : 3,7
Winterschlafdrüse	1 : 2,6	1 : 2,5
Fett	1 : 5,1	1 : 5,1
Leber	1 : 7,8	1 : 7,8
Skelett	1 : 1	1 : 1
Haut	1 : 12,1	1 : 12,2

Wir sehen hieraus, dass die Winterschlafdrüse in den ersten 44 Tagen der Erstarrungszeit verhältnissmässig mehr, als später abnahm, während das Fett und die Leber das Umgekehrte darboten. Bedenkt man, dass die Thiere in der letzten Abtheilung des Winterschlafes häufiger zu erwachen pflegen, dann längere Zeit wach bleiben und deshalb die Rolle von fastenden Geschöpfen für längere Perioden übernehmen, so können wir den verhältnissmässig stärkeren Verlust der Leber dieser die Reinheit des Winterschlafes störenden Nebenerscheinung wenigstens theilweise zuschreiben. Die Winterschlafdrüse wird durch sie weniger in Anspruch genommen. Dieses, vielen Winterschläfern eigenthümliche Organ, welches kurz vor der Erstarrungszeit beträchtlich wächst, wird daher eher während des reinen Winterschlafes zu Hülfe gezogen. Die Muskeln verlieren ebenfalls weniger, wenn das Murmelthier erstarrt liegt, daher weit weniger Körpermasse durch seine Perspiration verzehrt und zugleich auch meist geringere Mengen Harn und Koth bereitet.

Stellen wir uns endlich noch zusammen, wie viel jedes Hauptgewebe zu dem durchschnittlichen täglichen Verlust der Winterschlafszeit beiträgt, so haben wir:

Theile.	Mittlerer täglicher Verlust für 1 Kilogramm Murmelthier in Grammen ausgedrückt.	
	Nach 44tägigem Winterschlaf.	Nach 163tägigem Winterschlaf.
Berechneter täglicher Gesammtverlust .	1,90	2,18
Fett	0,72	0,999
Rothe Körpermuskeln	—	0,49
Haut	0,10	0,34
Skelett	0,41	0,12 (0,18)
Leber	0,05	0,12
Winterschlafdrüse	0,08	0,05
Magen	0,06	0,05
Lunge	0,01	0,02
Darm	—	0,007
Summe	1,43 Gr.	2,196

Das scheinbere Deficit nach 44tägiger Erstarrung rührt davon her, dass die Abnahme der Körpermuskeln und des Darmes nach Nro. II. nicht ermittelt werden konnte. Diese Tabelle kann übrigens die Bemerkungen, die wir oben über den anfänglichen und den späteren Verlust der Winterschlafdrüse, des Fettes und der Leber gemacht haben, nachdrücklich versinnlichen.

Wir werden die tiefere Bedeutung jener Zahlen erst dann erläutern können, wenn wir die Perspiration der schlafenden und der wachen Murmelthiere behandelt haben werden. Wir müssen daher die Discussion derselben bis zur Betrachtung der Ernährungserscheinungen verschieben.

Vergleichen wir endlich die Ergebnisse, zu denen die Murmelthiere führten, mit denen, die Chossat *) an verhungerten Tauben oder Falck und Scheffer **) an Hunden und Tauben nach anhaltender Wasserentziehung gefunden haben, so werden wir uns bald überzeugen, dass die Erstarrung den Körper des Winterschläfers in anderer Weise angreift, als das Verhungern

*) Chossat, Recherches expérimentales sur l'inanition. Paris 1843. 4. p. 93.

**) Falck in Vierordt's Archiv für physiologische Heilkunde. Bd. 13. Stuttgart 1854. 8. S. 61—73.

oder das Verdursten der Taube oder des Hundes. Stellen wir z. B. die durchschnittlichen absoluten Procentverluste, wie sie Chossat an verhungerten Tauben berechnet, denen, welche die Murmelthiere am Ende des Winterschlafes zeigten, gegenüber, so haben wir:

Absteigende Reihenfolge der absoluten Procentantheile an dem Verluste der Körpermasse.

Am Ende des Winterschlafs der Murmelthiere.		An verhungerten Tauben nach Chossat.	
Theil.	Procente des Gesammtverlustes.	Theil.	Procente des Gesammtverlustes.
Fett	46,3	Rothe Körpermuskeln	46,65
Rothe Körpermuskeln	21,7	Fett	27,06
Haut	13,8	Leber und andere Unterleibsdrüsen . .	5,25
Skelett	5,6	Nahrungskanal . .	4,52
Leber	5,4	Haut	3,97
Magen und Dünndarm	2,8	Knochen	3,76
Winterschlafdrüse .	2,5	Herz	1,32
Kehlkopf und Lungen	1,2	Lungen	0,60
Herz	0,5		

Das Fett und die rothen Körpermuskeln verhielten sich hiernach in den Murmelthieren und den Tauben in entgegengesetzter Weise, wenn man ihre procentigen Beiträge zu dem Gesammtverlust in Betracht zieht. Der grössere Verbrauch des Fettes in den Winterschläfern hängt wahrscheinlich mit dem ursprünglich beträchtlicheren Fettreichthum zusammen. Der charakteristische Zug, dass sich die Muskelmassen weit weniger, als bei den Fasten im wachen Zustande abnutzen, tritt auch hier mit Nachdruck hervor. Die Haut und das Skelett gaben einen kleineren Beitrag zu dem Gesammtverluste der verhungerten Tauben. Die Leber und der Nahrungskanal gestatten keine bestimmten Folgerungen. Die Lungen lieferten grössere und das Herz kleinere Beiträge zu dem Gesammtverluste der Winterschläfer.

Die Hunde, welche Falck und Scheffer verdursten liessen, deckten den grössten Theil der Abnahme ihrer Körpermasse durch die Gewichtsverminderung der Muskeln, der Haut und des Fettes.

Wir haben auch hier eine nachdrücklichere verhältnissmässige Betheiligung der activen Bewegungswerkzeuge, als in den erstarrten Murmelthieren.

Wir hatten früher gesehen, dass das Gehirn, das Rückenmark, die Augen und die Nieren keine wesentliche Abnahme durch den Winterschlaf erleiden. Dieselbe Erscheinung kehrt auch bei dem Verhungern und Verdursten wieder. Die reichlichen Fettkörper des Gehirns werden in beiden Fällen nicht angegriffen. Die starke Füllung der Gallenblase, deren Inhalt durchschnittlich 2% des Nettogewichts der nach Beendigung des Winterschlafes untersuchten Murmelthiere in Anspruch nahm, wiederholt sich auch in verhungerten Menschen und Säugethieren.

Vergleichen wir die auf die Anfangsmengen bezogenen Procentantheile der einzelnen Gewebemassen, so haben wir:

Absteigende Reihenfolge der Procentmengen des Verlustes im Vergleich mit den Anfangsmassen der Gewebtheile.

Am Ende des Winterschlafs der Murmelthiere.			An verhungerten Tauben nach Chossat*).		
Theil.	Procente.		Theil.	Procente.	
Fett	99,31	Höher als der mittlere Gesammtverlust 85,1.	Fett	98,3	Höher als das Gesammtmittel 40,0.
Winterschlafdrüse	68,78		(Blut	75,0)	
Leber	58,74		Milz	71,4	
Ruthe	55,67		Bauchspeicheldrüse	64,1	
Magen	47,05		Leber	52,0	
Zwerchfell	45,06		Herz	44,8	
Kehlkopf und Lungen	44,56		Darmkanal	42,4	
Haut	35,31		Rothe Körpermuskeln	42,3	
Körpermuskeln	30,30	Niedriger als der mittlere Gesammtverlust 85,1.	Magen	39,7	Niedriger als der mittlere Gesammtverlust 40,0.
Gesammte rothe Muskulatur	29,91		Schlund und Speiseröhre	34,2	
Herz	27,48		Haut	33,3	
Mundspeicheldrüsen	15,00		Nieren	31,9	
Skelett	11,69		Lungen	22,2	
Milz	10,87		Knochen	16,7	
Dünndarm	7,65		Augen	10,0	
			Centrales Nervensystem	1,9	

*) Chossat a. a. O. pag. 92.

Diese zweite Betrachtungsweise lehrt, dass das Fett der erstarrten Murmelthiere trotz seiner ursprünglich beträchtlicheren Menge verhältnissmässig mehr von seiner Masse verliert, als das der verhungernden Taube. Die Körpermuskeln büssen in dieser mehr, in dem Murmelthiere dagegen weniger, als der mittlere verhältnissmässige Gesammtverlust ausmacht, ein. Die Haut und die Lungen bieten gerade die umgekehrten Beziehungen dar, — eine Thatsache, die vielleicht mit der so durchgreifend verschiedenen Perspirationsthätigkeit zusammenhängt. Das so oft und so lange ruhende Herz des erstarrten Murmelthieres nimmt relativ merklich weniger ab, als die immer thätige Herzmasse der fastenden Taube. Die auf ihre Ursprungsmasse bezogene Verkleinerung der Leber oder des Skelettes scheint keine sehr bedeutenden Unterschiede in beiden Fällen darzubieten.

Zwanzig verhungerte Tauben gaben Chossat *) einen durchschnittlichen Gesammtverlust des Körpergewichtes von 0,416. Der mittlere tägliche Verlust der gleichen Thiere betrug **) 0,0417. Man hat daher eine mittlere Lebensdauer von 9,97 Tagen. Da die absolute Gesammtsumme des Deficit eines mittleren Thieres der Art 142,17 Grm. betrug, ***) so berechnet sich hieraus ein Anfangsgewicht von 341,7 Grm. Wir wollen dieses auf ein Kilogramm Körpergewicht zurückführen, die einzelnen von Chossat verzeichneten absoluten täglichen Verluste der hauptsächlichsten Organe für diese Einheit bestimmen und die Werthe den entsprechenden Durchschnittszahlen des erstarrten Murmelthieres gegenüberstellen.

---

*) Chossat a. a. O. pag. 20.

**) Chossat a. a. O. pag. 22.

***) Chossat a. a. O. pag. 93.

Absoluter täglicher Mittelverlust für ein Kilogramm Körpergewicht.			
Durchschnittlich 163 tägiger Winterschlaf des Murmelthiers.		In 9,97 Tagen verhungerte Taube.	
Theil.	Tagesverlust in Gramm.	Theil.	Tagesverlust in Gramm.
Fett	0,999	Rothe Körpermuskeln	19,4
Rothe Körpermuskeln	0,49	Fett	11,3
Haut	0,34	Leber (und andere Unterleibsdrüsen) . .	2,2
Skelett	0,12 (0,18)	Nahrungskanal . .	1,9
Leber	0,12	Haut	1,7
Magen und Dünndarm	0,057	Knochen	1,6
Winterschlafdrüse . .	0,05	Herz	0,5
Lungen	0,02	Lungen	0,3
		Blut, andere Theile und Verluste . . .	2,9
Gesammtsumme	2,196	Gesammtsumme	41,8

Man sieht hieraus, dass die verhungerte Taube durchschnittlich

40 Mal so viel Muskelmasse und nur
11,3 Mal so viel Fett; ferner
33 Mal so viel Gewebe des Nahrungskanales,
18,3 Mal so viel Leber,
15 Mal so viel Lunge,
9 bis 13 Mal so viel Skelett (nebst Markmassen) und
5 Mal so viel Hautgewebe

als das erstarrte Murmelthier täglich verzehrt.

Diese Zahlen heben wieder den Unterschied des Winterschlafes und des Hungerns deutlich hervor. Die fastende Taube verbraucht von den edlen Theilen, wie die Muskeln sind, 40 und von dem leichter zu ersetzenden Fette nur 11 Mal so viel, als das erstarrte Murmelthier. Dieser eine Unterschied zeigt schon deutlich, dass der Winterschlaf zu den regelrechten Thätigkeiten gehört. Führt er auch zur Abmagerung, so hinterlässt er doch nicht den Körper in hinfälligem Zustande durch eine überwiegende Aufzehrung der Muskelmasse. Ein beträchtlicher Theil des grossen Verlustes des Darmes des hungernden Geschöpfes kommt wahrscheinlich auf die einfachen Muskelgebilde des Nahrungskanales.

Die so auffallend gesteigerte Abnahme der Lungen der verhungerten Taube endlich liesse sich aus der nie unterbrochenen Thätigkeit der Athmungswerkzeuge erklären.

Fünf verhungerte Kaninchen gaben Chossat einen verhältnissmässigen Gesammtverlust von 0,374, und fünf Meerschweinchen einen solchen von 0,330. Man hat daher 0,350 als Mittelgrösse. Da der durchschnittliche tägliche Verlust derselben Thiere 0,040 betrug, so erhält man 8,75 Tage als mittlere Lebensdauer. Nehmen wir nun 2,18 Grm. als durchschnittlichen Tagesverlust für ein Kilogramm Körpergewicht, und 163 Tage als die mittlere Zeit des Winterschlafes der Murmelthiere an, so verhält sich:

die Zeit des Hungerns zu der des Winterschlafes 1 : 18,9

und

der Verlust des Körpergewichtes während des Hungerns zu dem während des Winterschlafes . . . 18,3 : 1

Man sieht hieraus, dass die Murmelthiere keinen wesentlichen Vorzug vor den Kaninchen und Meerschweinchen haben, wenn man die Fähigkeit, den Nahrungsmangel zu ertragen, unter Berücksichtigung des Vergleiches der Ausgaben und der Zeiten in Betracht zieht. Es lässt sich hierbei natürlich nicht entscheiden, ob nicht die geringe Zahl der den Mittelgrössen zum Grunde liegenden Einzelbeobachtungen manche feinern Unterschiede vorläufig unmerklich macht.

Der mittlere tägliche Verlust von 1,90 Grm., den die ersten 44 Tage des ruhigen Winterschlafes lieferten, entspricht eher der durch kein längeres Wachen gestörten Erstarrung, als die höhere, auf die ganze Winterschlafszeit bezogene Durchschnittszahl von 2,18 Grm. Tagesabnahme, bei der am Ende die Murmelthiere zu Grunde gingen. Vergleichen wir jene erstere Grösse mit der analogen der Kaninchen und der Meerschweinchen, so sehen wir, dass dann die mittlere tägliche Abnahme der letzteren 21,1 Mal grösser, als die des ruhig schlafenden Murmelthieres ausfällt. Da das als Nro. VI. der ersten Abtheilung verzeichnete Exemplar durchschnittlich nur 1,37 Grm. für ein Kilogramm Anfangsgewicht und einen

Tag verlor, so kommt sogar 29,2 für dieses Geschöpf heraus. Blieben sich alle Nebenbedingungen gleich, so dass sich die Zeiten umgekehrt, wie die Ausgaben verhielten, so hätte ein mit keiner Nahrungseinnahme verbundener, sondern höchstens durch kurze Wachezeiten unterbrochener Winterschlaf von 184,6 Tagen das erste, und ein solcher von 255,5 Tagen das zweite Murmelthier durch Erschöpfung tödten müssen.

Die Länge der Erstarrungszeit wechselt natürlich in hohem Grade mit den äusseren Verhältnissen, und zwar vorzugsweise der Witterung. Es gehört zu den Seltenheiten, dass die wilden Murmelthiere von Anfang October an der Südseite und von Anfang November an der Nordseite der Alpen bis Ende April oder Mai, mithin 212 bis 213 Tage ohne alle Nahrungseinnahme schlafen. Die Erstarrung beginnt vielmehr in der Regel merklich später. Sie pflegen im Laufe des April aufzuwachen, sich, wenn es nöthig ist, durch den Schnee zu bohren und Nahrung aufzusuchen. Man kann daher das Mittel von 163 Tagen, welches unsere Thiere Nro. III., IV. und V. geliefert haben, als einen annähernden Ausdruck der durchschnittlichen Dauer der Erstarrungszeit ansehen. Die Thiere würden daher nur $^3/_5$ bis $^9/_{10}$ der Hungerzeit, die zur Erschöpfung führte, in Erstarrung und ohne alle dazwischengreifende Nahrungseinnahme zubringen, wenn sich alle Nebenverhältnisse in den winterschlafenden Murmelthieren und den verhungernden Kaninchen und Meerschweinchen gleich verhielten.

Die früher dargestellten Thatsachen lehren aber, dass die schlafenden Murmelthiere ihren Körper auf eine weniger angreifende Weise aufzehren, als die hungernden wachen Geschöpfe. Sie verbrauchen mehr Fett und weniger Muskeln. Sie haben die Winterschlafsdrüse als Nebenhilfsmittel und können daher auch andere stickstoffhaltige Gewebetheile unverletzter bewahren. Da diese Erscheinungen die Lebensdauer verlängern, so können wir sagen, dass der Winterschlaf der Murmelthiere merklich früher unterbrochen wird, als $^3/_5$ bis $^9/_{10}$ der Erschöpfungszeit abgelaufen ist. Die Werthe des Gesammtverlustes erhärten das Gleiche.

Nro. VI. und Nro. VII. der ersten Abtheilung hatten in dieser Hinsicht nur 0,18 und 0,23 während ihres 134tägigen Winterschlafes. Die verhungerten Kaninchen und Meerschweinchen dagegen lieferten 0,35 als Mittelgrösse.

Ich habe noch die Werthe, die den hungernden Tauben entsprechen, in die zweite Tafel zur Erleichterung des Vergleiches eingezeichnet. Ich führte zu diesem Zwecke die Mittelzahlen, welche Chossat aus zwanzig Thieren gezogen hat, auf ein Kilogramm anfänglichen Körpergewichtes zurück und trug die Grössen in gleicher Weise, wie es für die Murmelthiere geschehen war, in die zweite Tafel. Die Zickzacklinie q b r s t u entstand auf diese Art. Sie entspricht daher der Linie a b c d e f der Murmelthiere. Da der Gewichtsverlust der rothen freien Muskeln der Tauben, wenn man ihn auf ein Kilogramm Anfangsgewicht des Körpers bezieht, 192,4 Grm. beträgt, mithin mehr, als die Ordinatenlänge der zweiten Tafel in Anspruch nimmt, so habe ich die sonstige Abscissenlänge von 10 Einheiten in zwei gleiche Hälften getheilt. Die eine nahm 180 Ordinatengrade der Muskellinie b r auf. Der Rest von 12,4 Grade kam als r s auf die zweite Hälfte.

Die Zickzacklinie g v w x y verzeichnet die Procentverluste der einzelnen Organe, wenn man von deren Ursprungsmengen ausgeht. Sie entspricht daher der Linie g h i k l m n o p der Murmelthiere. Während die mit kleinen Strichen angegebenen Stücke der Curve der Winterschläfer die Theile bezeichnen, die positive Unterschiede lieferten, die wir daher als die constanten Organe betrachten, sind die Gebilde, über welche keine Angaben aus den verhungerten Tauben vorliegen, mit Punkten dargestellt worden. Ich muss endlich noch bemerken, dass hier der die Leber betreffende Werth auch noch die anderen Unterleibsdrüsen umfasst und die unter der Rubrik Dünndarm stehende Linie den Veränderungen des ganzen Nahrungskanales entspricht. Dieselben Ueberschriften gelten aber für die Murmelthiere ohne weitere Nebenbedeutung. Man darf daher den erwähnten Unterschied bei dem Vergleiche der analogen Linienstücke jener beiden Columnen nicht vergessen.

II.

Ueber die angeblich ästhesodische Natur der Spinalganglien.

Von

Moritz Schiff.

Aesthesodische Theile nennen wir diejenigen (vgl. Comptes rend. T. XXXVIII. pag. 930.), welche Empfindung fortzuleiten vermögen, ohne dass irgend eine lokale Reizung dieser Theile Empfindung zu erregen im Stande ist.

Untersuchungen, welche ich bereits im Jahre 1848 begonnen und deren Resultate zuerst im Jahrg. 1853 der Schriften der Berner naturf. Gesellschaft veröffentlicht wurden, hatten mir gezeigt, dass in der grauen Substanz des Rückenmarks, welche gänzlich aller Sensibilität entbehrt, solche ästhesodische Elemente in Menge vorkommen.

Im vorigen Jahre hat nun Brown Sequard an mehreren Stellen seiner Publicationen über das Rückenmark hervorgehoben, dass er bereits nach eigenen selbstständigen Untersuchungen jenes merkwürdige Verhalten der grauen Substanz des Rückenmarkes erkannt habe, dass aber die ästhesodische Eigenschaft der grauen Rückenmarkssubstanz nicht ausschliesslich zukomme, indem er in der letzten Zeit gefunden habe, dass auch die Spinalganglien der Empfindlichkeit entbehrten, während die hinteren Wurzeln vor und hinter diesen Ganglien sehr empfindlich seien, so dass die lebhafte

Sensibilität aller Rückenmarksnerven im Niveau der Ganglien durch eine unempfindliche Stelle hindurch geleitet würde.

Es musste mir natürlich sehr angelegen sein, diese auffallende Behauptung jenes Forschers genau zu prüfen. Meinen früheren Versuchen, die mich an keiner Stelle der hinteren Wurzeln die Empfindlichkeit vermissen liessen, konnte ich in dieser Hinsicht kein genügendes Vertrauen schenken, da mit den Ganglien möglicherweise der vordere oder hintere Theil des freien Nerven direct oder durch Zerrung gereizt worden sein konnte, oder die recurrente Empfindlichkeit des den Ganglien anliegenden Theiles der vorderen Wurzel das Resultat getrübt haben konnte.

Es wurden also neue Versuche an Fröschen, Kaninchen und einem Hunde angestellt.

Die Versuche an 5 Fröschen wurden im November 1855 unmittelbar nach der Veröffentlichung der Arbeit von Brown Sequard in Göttingen angestellt. *)

Dem ersten Frosche wurde das Ganglion des Armnerven blossgelegt. Nach einer Viertelstunde wurde mit einer feinen sehr spitzen Pincette der hintere Theil dieses Ganglion etwas comprimirt, das Thier machte, während es vorher ruhig war, augenblicklich Bewegungen zur Flucht, und gab alle Zeichen der lebhaftesten Empfindung; dieser Versuch wurde an demselben Thiere in verschiedenen Zeitabständen mehrmals mit demselben Erfolg wiederholt.

---

*) Ich bemerke, dass ich dreien dieser Frösche mehrere Tage vorher durch eine Verletzung des verl. Markes Diabetes hervorgerufen hatte. Ich musste diese Thiere, deren Zustand auf den Ausgang unserer zu beschreibenden Versuche natürlich ohne störenden Einfluss war, hierzu nehmen, da mir damals nur sehr wenige Frösche zu Gebote standen, indem der Director des Göttinger sogen. „physiologischen Institutes", Herr Hofrath R. Wagner, mir aus dem Froschvorrathe seines Institutes nur so sehr wenige überlassen konnte, da er der übrigen zu anderweitigen im Laufe des Winters in grossartigem Maassstabe anzustellenden Versuchen bedurfte, und im Freien nach meiner Ankunft in Göttingen keine Frösche mehr zu haben waren.

Um sicher zu sein, dass die Annäherung meiner Hand bei dem Versuche das Thier nicht zur Flucht trieb, wurde der Frosch enthirnt und der Armknoten der andern Seite blossgelegt. Nach einiger Zeit erregte Kneipen dieses Knotens mit der Pincette lebhafte Reflexbewegung.

Einem zweiten Frosche wurden die Ganglien der Nerven für die hinteren Extremitäten blossgelegt. Leises Kneipen dieser Ganglien erregte Zeichen von Empfindung, während das Thier noch mit den 4 Füssen auf einem Tische befestigt war. Auch hier wurde nur der hintere Theil des Ganglions mit der Pincette berührt, um die vorderen Wurzeln nicht zu verletzen. Es wurden nun die hinteren Stränge des Rückenmarks und der grösste Theil der hinteren grauen Substanz dicht unterhalb des Abgangs der Armnerven durchschnitten. Nach einer Viertelstunde zeigten sich die Ganglien wenigstens eben so empfindlich wie vorher, wenn nicht noch empfindlicher.

Dem dritten Frosche wurden ebenfalls die Ganglien der Nerven für die hinteren Extremitäten blossgelegt. In eines dieser Ganglien wurden, während das Thier befestigt blieb, 2 feine zugespitzte Silberdrähte auf beiden Seiten eingebohrt, so dass ihre Spitzen in der Substanz des Knotens kaum $^1/_4$ Linie von einander abstehen konnten. Die anderen Enden dieser $4^1/_2$ Zoll langen Drähte wurden, nachdem das Thier sich wieder ganz beruhigt, in zwei Näpfchen mit Quecksilber gesenkt, die durch ein galvanisches Plattenpaar von 5 Quadratzollen mit einander in Verbindung gesetzt wurden. Bei jedesmaliger Berührung der Plattenenden zuckte der Frosch zusammen und gab Zeichen von Schmerz.

Ein vierter Frosch wurde nach Blosslegung der Ganglien mit Opiumextract vergiftet. Als das Thier nach den ersten tetanischen Anfällen ruhig dalag, wurden mit einer langen feinen Nadel die verschiedenen Ganglien leise berührt. Jedesmal entstand Tetanus. Als die durchschnittenen Knochen ebenso berührt wurden, blieb der Tetanus aus, zum Beweise, dass hier nicht die Erschütterung wirksam war. Uebrigens lag das Thier auf einem festen Tische,

auf dem, auch in den Zwischenzeiten, mein Arm und die Hand so ruhte, dass die Nadel stets in der Nähe des geöffneten Wirbelkanales gehalten wurde, so dass die zum jedesmaligen Versuch nöthige Bewegung nur sehr klein ausfiel. Machte ich diese Bewegung ohne das Thier zu berühren, so entstand kein Tetanus.

Um den Verdacht aller Zerrung der in das Ganglion eintretenden und aus ihm hervorgehenden Theile der Nervenwurzel während der rasch eintretenden Bewegung des Thieres zu vermeiden, wurden einem fünften Frosche dieselben Ganglien blossgelegt und die austretenden Nerven unmittelbar am Ganglion auf einer Seite durchgeschnitten. Das Ganglion wurde nun gegen das Rückenmark vorsichtig heraufgerückt, so dass die Nervenwurzel gekrümmt war und bei anfangender Bewegung des Thieres keine Zerrung erleiden konnte. Der Erfolg des bald darauf angestellten Versuches erlitt dadurch keine Veränderung. Auch als dem befestigten Thiere alle Bewegungswurzeln der hinteren Körpertheile durchschnitten waren, blieben die Ganglien noch empfindlich. Um zu zeigen, dass meine Methode der Reizung nicht schon an und für sich eine Zerrung der Nervenwurzeln oder des Rückenmarkes bewirke, wurden demselben Frosch auf der andern Seite die hinteren Wurzeln der Fussnerven unmittelbar vor dem Eintritt ins Ganglion stark gequetscht. Die Reizung der Ganglien mit der Pincette blieb hierauf ohne allen Erfolg.

Versuche an zwei Kaninchen stellte ich im December 1855 in Frankfurt an. Die Ganglien der Nerven für die hinteren Extremitäten wurden blossgelegt und ihre Empfindlichkeit gab sich schon unzweifelhaft kund, noch ehe die Thiere ganz aus der Aetherbetäubung erwacht waren. Dem einen war vor der Blosslegung der Ganglien die rechte Hälfte des Rückenmarks in der Nackengegend durchschnitten worden. Die Reizung der rechten Ganglien bewirkte stärkere Zeichen von Empfindung als die der linken.

Den Versuch am Hunde machte ich hier in Bern im Juni 1856. Diesem Thiere, dem acht Tage vorher der linke Vagosympathicus excidirt worden war, legte ich die Spinalganglien der

Lendennerven bloss, ohne die Rückenmarkshäute zu eröffnen, und trennte die dem Ganglion anliegende vordere Wurzel bis zu ihrer Vereinigungsstelle mit der hinteren ab, so dass sie bei der Reizung des Ganglion nicht betheiligt werden konnte, und der Einfluss der recurrenten Empfindlichkeit eliminirt wurde. Eine Fadenschlinge wurde um die hinteren Wurzeln gelegt, so dass sie bequem mit dem Ganglion emporgehoben werden konnten. Noch ehe das Thier vollständig aus dem Aetherrausche erwacht war, als es anfing Zeichen von Sensibilität zu geben, wurden die Fadenschlingen mehrmals emporgehoben, wobei das Thier stets ruhig blieb; so oft ich aber die verschiedenen Ganglien comprimirte, gab es durch Aechzen und Schreien seinen Schmerz zu erkennen. Auch mein geschätzter College, Herr Valentin, überzeugte sich von der Reinheit und der Beweiskraft dieses Versuches.

Es ist schwer zu sagen, auf welche Weise Brown Sequard in den schon a priori sehr auffallenden Irrthum verfallen ist, dass die Ganglien der sensibeln Nerven unempfindlich seien. Wenn andere Autoren schon manchmal sensibeln Theilen innerhalb des Spinalkanales die Empfindlichkeit absprachen, so konnte man die Ursache in einer fehlerhaften Methode der Blosslegung des Rückenmarkes suchen. Ich erinnere in dieser Beziehung an die angebliche absolute Unempfindlichkeit der vorderen Nervenwurzeln, welche jetzt wohl von keinem wahren Physiologen vertheidigt wird. Brown Sequard ist aber sicher mit der Operation der Eröffnung des Spinalkanales so vertraut, dass man nicht vermuthen darf, dass er die Thiere durch zu grossen Blutverlust allzusehr geschwächt habe. Eher ist es wahrscheinlich, dass Brown Sequard's Methode, die Anwesenheit von Empfindung zu prüfen, die Schuld dieses Missverständnisses trägt. Hat doch derselbe Physiologe noch bis vor Kurzem gegen mich behauptet, und er hält vielleicht noch daran fest, dass nach einem Querschnitt durch eine Hälfte des Rückenmarkes die entgegengesetzte Körperhälfte unterhalb des Schnittes ganz und gar unempfindlich geworden sei. Hat er sich doch noch so lange ziemlich unbestimmt über die Sensibilität der

grauen Substanz ausgesprochen, nachdem ich längst ihre vollkommene Unempfindlichkeit (auch in Betreff ihrer hinteren Hörner) bewiesen hatte.

Wenn es noch eines weiteren Beweises für die Sensibilität der Spinalganglien bedürfte, so könnte man die Resultate der Versuche am Ganglion Gasseri als solchen anführen. Die Analogie zwischen den Spinalganglien und dem Gasserischen Knoten ist so in die Augen fallend, und so allgemein anerkannt, dass ich sie hier nicht weiter hervorzuheben brauche. Enthirnt man ein junges Säugethier bis zum Abgang der Wurzel des 5ten Nerven und sticht dann das Ganglion Gasseri, so zeigen sich ebenso lebhafte Zeichen von Schmerz, wie wenn man den freien Stamm des Quintus angegriffen hätte. Der hintere Theil des Knotens zeigt dieselbe Empfindlichkeit wie der vordere, an dem möglicherweise der Augenast sich schon gebildet hat. Dieser Versuch liefert auf's Neue den Beweis, dass die Integrität des Pons für das Zustandekommen der Empfindung keine unerlässliche Bedingung ist.

Ausserdem habe ich mich bei Meerschweinchen von der Sensibilität des zweiten Vagusknotens mehrfach überzeugt.

Bern, 3. Juli 1856.

III.

Ueber theilweise Reizung der Muskelfaser.

Von

A. Fick.

Kein Gebiet der Physiologie ist wohl von so vielen Forschern betreten und durchstreift, als die Lehre von der Muskelreizung, und doch liegt darin eine überaus wichtige Frage, die noch nie berührt wurde. Sie drängt sich bei der ersten Ueberlegung so unmittelbar auf, und auch der Weg zu ihrer experimentellen Entscheidung ist so leicht zugänglich, dass ich, — ich muss es gestehen, — ernstlich fürchte, wenigstens einige der Versuche, die ich in diesen Blättern vorzuführen gedenke, sind längst nicht mehr neu, und sind mir nur wegen mangelnder literarischer Hülfsmittel entgangen. Sollte dem wirklich so sein und ich daranf verzichten müssen, eine neue Thatsache zu bringen, so darf ich doch wohl hoffen, dass der kleine Raum dieser wenigen Blätter nicht ganz verschwendet ist, da die Thatsache jedenfalls im gegenwärtigen Lehrbegriff der Physiologie nicht aufgenommen ist; sie wird wenigstens in den neuen Handbüchern dieser Wissenschaft verschwiegen.

Die Frage, welche ich meine, ist diese: Wenn der Reiz einen Theil der Muskelfaser trifft, geräth alsdann die ganze Muskelfaser in den gereizten Zustand, der sich durch Verkürzung unmittelbar, durch Veränderung der elektromotorischen Wirksamkeit mittelbar zu erkennen giebt? oder geräth auch nur ein Theil der ganzen Länge in diesen Zustand? Berührt, aber nicht in der vorliegenden

Fassung scharf gestellt, finde ich diese Frage nur von M. Schiff (im ersten Hefte dieser Zeitschrift Seite 84), der von der peristaltischen Bewegung der quergestreiften Muskelfasern handelt. Ich hatte leider noch nicht Gelegenheit, seine an warmblütigen Thieren angestellten Versuche zu wiederholen, ausserdem sind mir nur einige pathologische hierhergehörige Erfahrungen bekannt.

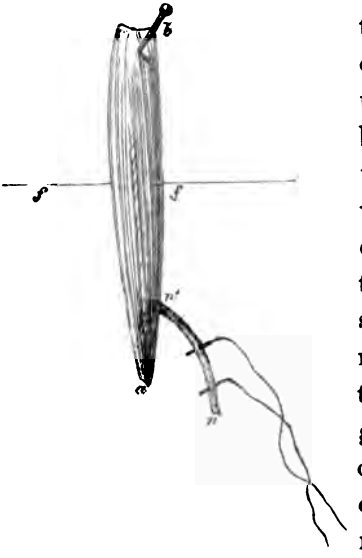
Unsere Frage gewinnt wesentlich an Interesse Angesichts der du Bois'schen Entdeckungen, wenn man, was doch wohl ohne zu grosse Kühnheit geschehen darf, in der Veränderung der elektromotorischen Wirksamkeit nicht eine blosse Begleiterin, sondern den Ausdruck der inneren Ursache für den Erregungs- und Verkürzungszustand von Nerv und Muskel sieht. Diejenige innere Veränderung, welche die Aenderung der elektromotorischen Wirksamkeit oder, um es näher zu bezeichnen, die negative Stromschwankung bedingt, pflanzt sich bekanntlich in der Nervenfaser — an einer Stelle hervorgebracht — von einem Ende zum andern fort, wenn auch, wie Helmholtz gezeigt hat, mit endlicher Geschwindigkeit. Wir wissen nun aus den Untersuchungen du Bois', dass die elektromotorischen Eigenschaften der Muskelfaser bis zu einem gewissen Punkte mit denen der Nervenfaser ganz übereinstimmen.

Die bejahende Antwort auf die oben gestellte Frage würde eine neue Analogie zwischen diesen beiden wichtigen Geweben begründen, die verneinende eine Verschiedenheit. Sie würde zwischen Nerven- und Muskelsubstanz ein ähnliches Verhältniss in Bezug auf die Orientirbarkeit der kleinsten Theile feststellen, wie es zwischen weichem Eisen und Stahl besteht.

Suchen wir jetzt diese Antwort. Am Frosche findet sich ein ganz ausgezeichneter Versuchsgegenstand. Am Bauche des Thieres beiderseits neben der Mittellinie liegen zwei äusserst lang- und parallelfaserige Muskeln. Der eine geht vom Becken zum Brustbein, entsprechend dem rectus abdominis des Menschen, der andere geht vom Becken nach dem Oberarm und dürfte wohl der untersten Parthie des pectoralis major entsprechen. In beide Muskeln treten in verschiedenen Höhen verschiedene Nervenstämmchen ein,

die leicht sichtbar parallel über den queren Bauchmuskel verlaufen, in der Richtung wie die Intercostalnerven des Menschen. Behalten wir von diesen insbesondere den untersten im Auge. Er tritt ganz unten nahe am Beckenursprung in die Muskeln und ist wegen seiner Lage nahe über dem Beckenrande, etwa dem n. ileohypogastricus zu vergleichen. Diesen Nerven präparire ich nun in möglichster Länge möglichst frei. Da er indessen vom queren Bauchmuskel nicht leicht ganz zu trennen ist, so ziehe ich es vor, ein Streifchen dieses Muskels an ihm sitzen zu lassen, in welches er alsdann seiner ganzen Länge nach eingebettet ist. Für den beabsichtigten Versuch kann dies entschieden nichts schaden, während umgekehrt die unvermeidlichen Verletzungen bei einer angestrebten vollständigen Isolirung des Nerven den Erfolg zweifelhaft machen würde. Das centrale Ende des Nerven und des ihn umgebenden Muskelstreifchens wird hierauf abgeschnitten und endlich die beiden langen Muskeln von ihren Ansätzen gelöst oder besser mit einem Stück Brustbein herausgeschnitten. Breitet man das ganze Präparat vor sich auf einer Ebene aus und reizt den seitlich daran hängenden Nerven mittelst des Inductionsapparates stark oder schwach, so wird man auf die unzweideutigste Weise unmittelbar wahrnehmen, dass nur die unterste Parthie, wo der Nerv sich verzweigt, kaum der vierte Theil der ganzen Länge, in Contraction geräth. Um ganz sicher zu sein, habe ich aber den Versuch noch etwas abgeändert. Ich ertheilte dem Muskel eine frei hängende Lage, indem ich das Stückchen Brustbein an die obere Leiste eines vertical gestellten Holzrahmens anspiesste. In der Mitte sei-

Fig. 1.



ner Länge zog ich hierauf einen sehr feinen Seidenfaden durch ihn, der durch kleine Gewichtchen an den Enden beschwert über zwei Stecknadeln gespannt wurde. Fig. 1 giebt eine Darstellung des Versuches. Der Muskel b n hängt gerade herab, bei f sieht man den horizontalen Seidenfaden, n ist das Ende des in dem Streifchen Muskel eingehüllten Nerven, der bei n′ in den langen Muskel eintritt. Es sind in der Figur ausserdem den Nerven kreuzend noch die beiden Drahtenden der Inductionsspirale gezeichnet, wie sie zur Reizung angelegt wurden. Erfolgt die Reizung jetzt, so erhebt sich der wagrechte Faden nicht um die geringste Spur, zum Beweiss, dass die Theile der Muskelfasern von f bis b nicht in den Verkürzungszustand gerathen; dagegen nähert sich der Punkt a dem Punkt f um eine namhafte Strecke, — das untere Ende des Muskels ist tetanisch verkürzt.

In anderen Versuchen habe ich die Drahtenden des Inductionsapparates geradezu an den Muskel selbst angelegt in der Nähe des Punktes n′; auch hier dehnte sich der Tetanus, wie ohne die geringste Zweideutigkeit bemerkt wurde, nicht über die ganze Länge der getroffenen Muskelfasern aus, sondern blieb auf eine mehr oder weniger kleine Stelle beschränkt. Manchmal freilich, wenn die erregenden Ströme gar zu stark genommen werden, sieht man den Tetanus wohl den ganzen Muskel ergreifen, was aber einfach daraus zu erklären ist, dass Stromzweige den ganzen Muskel erfüllen. Man kann also aus solchen Versuchen nicht schliessen, dass der Reizzustand sich längs der Muskelfaser von der direct gereizten Stelle fortgepflanzt habe, man muss vielmehr annehmen, dass der Reiz die ganze Faser direct getroffen habe.

Man muss nach diesen Versuchen die vorliegende Frage verneinend also dahin beantworten: Trifft ein Reiz, sei es unmittelbar *), sei es vermittelst der Nervenfasern, ein Muskelbündel in einem beschränkten Theil seiner Länge, so contrahirt sich auch

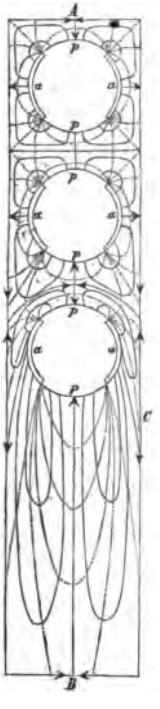
*) Ich möchte dies der Kürze wegen gewählte Wort nicht dahin missdeutet wissen, dass darin ein Bekenntniss der Haller'schen Irritabilitätslehre liege.

nur ein Theil seiner ganzen Länge, der Reizungszustand pflanzt sich nicht über die ganze Länge des Bündels fort. Ob er sich überhaupt eine Strecke weit fortpflanze und wie gross diese Strecke sei, kann aus den Versuchen noch nicht geschlossen werden.

Jedoch dürfen wir mit grosser Wahrscheinlichkeit vermuthen, dass eine beschränkte Fortpflanzung der Reizung stattfindet, denn nach dem gegenwärtigen Stande unserer mikroskopischanatomischen Kenntnisse kommt jeder Nervenfaserast nur in eine punktuelle, kreuzende Berührung mit jeder Muskelfaser und könnte also ganz ohne Fortpflanzung der Reizung in der letzteren gar keine ausgiebige Verkürzung an ihr hervorbringen.

Wenn nun in der That das rasch abwechselnde Verschwinden der peripolar elektromotorischen Wirksamkeit der einzelnen Muskelmoleküle eine Erscheinungsweise desselben inneren Vorganges ist, welcher die Verkürzung der Faser zur Folge hat, so muss auch dieses an dem von der gereizten Stelle entfernten und in Ruhe verbleibenden Theile der Faser fehlen. Man wird sich sogleich fragen, ob diese Vermuthung durch Versuche am Multiplicator bestätigt werden kann. Folgende einfache anschauliche Zergliederung, die sich theilweise an eine analoge von du Bois im ersten Bande seiner Untersuchungen gegebene anschliesst, zeigt, dass es allerdings möglich sein muss, durch den Multiplicator zu entscheiden, ob die Veränderung der elektromotorischen Wirksamkeit der Moleküle in der Muskelfaser sich bis ans Ende erstreckt oder nur soweit als die Contraction geht. Stelle AB Fig. 2 den Axendurchschnitt einer Muskelfaser vor, die kreisförmigen Schnitte einiger peripolarer Moleküle sind im rechteckigen Umriss gezeichnet und die negativen Polar-

Fig. 2.



zonen (p) einfach, die positiven Aequatorialzonen (a) doppelt ausgezogen. Wir versetzen die Faser von B bis C hin in den verkürzten Zustand und nehmen an, dass dann auch auf diese Strecke die Veränderung der elektromotorischen Eigenschaften der Moleküle beschränkt bleibt. Wir dürfen offenbar für die vorliegende Betrachtung, von der unterbrochenen oder periodischen Natur jener Veränderung absehend, unterstellen, während der ganzen Dauer der Reizung sei die elektromotorische Kraft der Moleküle anhaltend vermindert, oder, um die Vorstellungen zu vereinfachen, wollen wir sie geradezu vernichtet denken. Dann wäre das ganze Stück BC der Faser wie ein unwirksames Leiterstück anzusehen. Man sieht, dass alsdann die die einzelnen noch wirksamen Moleküle umkreisenden Stromsysteme nach dem Ende B hin verzerrt werden müssen, so jedoch, dass die Verzerrung um so weniger stark ausfällt als man sich weiter von C gegen A hin entfernt. Man wird zugeben dass die Strömungskurven etwa die Gestalt annehmen werden wie die in der Figur ausgezogenen Kurven. Die isoelektrischen Kurven würden sich demnach etwa so ausnehmen wie die in der Figur punktirten Kurven. Verfolgt man letztere im Einzelnen, so zeigt sich, dass gegen das Ende A hin an den Punkten des Längsschnittes solche von gerade so hoher Spannung die Oberfläche treffen, als wenn der ganze Muskel in Ruhe wäre, dass ferner am Querschnitt bei A isoelektrische Kurven von gerade so geringer Spannung zu Tage treten als in der Ruhe. Gegen A hin wird also die Spannungsdifferenz zwischen Längs- und Querschnitt noch genau eben so gross sein als am ruhenden Muskel. Ganz anders gestaltet sich die Sache an dem Ende B: die den beim Querschnitt A zu Tage tretenden Kurven entsprechenden erreichen hier die freie Oberfläche nicht mehr, biegen vielmehr in der Masse selbst um. Daher am ganzen Querschnitt B keine so niedrige Spannung statt hat wie am Querschnitt A. Am Längsschnitt in der Nähe von B hat nun aber keine höhere Spannung statt als am Längsschnitte bei A, im Gegentheile kommen, wenigstens ganz in der Nähe von B, nicht einmal die Kurven der höchsten Spannungen an der Oberfläche zu

Tage. Daher fällt bei B die Spannungsdifferenz zwischen Längs- und Querschnitt jedenfalls kleiner aus als bei A. Es wird demnach, wenn die zu Grunde liegende Annahme richtig ist, dem Principe der elektromotorischen Oberfläche zufolge in einem bei A an Längs- und Querschnitt angelegten Bogen ein gerade so starker Strom kreisen müssen, als wenn der Muskel in vollständiger Ruhe wäre. Mit anderen Worten: vorausgesetzt dass bei theilweiser Contraction einer Muskelfaser die Moleküle des nicht contrahirten Theiles auch ihre elektromotorischen Kräfte nicht ändern, so wird in einem hier angelegten Bogen auch keine merkliche negative Stromschwankung eintreten können, während eine solche an dem contrahirten Ende wohl zu erwarten ist.

Diese theoretische Vorhersage habe ich am Multiplicator bestätigt. Ich fühle mich jedoch verpflichtet, hier zu gestehen, dass ich den glücklichen Erfolg der Versuche wesentlich der Güte des Herrn Professor Moleschott verdanke, der mir mit freundlichster Bereitwilligkeit nicht nur seine ausgezeichneten Instrumente zur Verfügung stellte, sondern mich auch mit der ganzen durch jahrelange Uebung erworbenen Geschicklichkeit in Anstellung thierisch-elektrischer Versuche unterstützte. Die Versuche selbst bedürfen, da sie sich eigentlich von selbst verstehen, keiner ausführlichen Beschreibung, wenige Bemerkungen genügen. Zu den Versuchen diente das oben schon beschriebene und abgebildete Präparat; an seinen beiden Enden waren scharfe künstliche Querschnitte angebracht. Zuerst wurde nun jedesmal das obere Ende des Muskels auf die Bäusche gelegt, die constante Ablenkung durch den Muskelstrom abgewartet und das untere Stück vom anhängenden Nerven aus elektrisch tetanisirt. Dann wurde (natürlich nach vollständiger Wiederherstellung des Gleichgewichtes im Multiplicatorkreise) das untere Ende aufgelegt, wieder die constante Ablenkung abgewartet, und tetanisirt. Diese Reihenfolge der Versuche wurde eingehalten, damit nicht etwa ein Ausbleiben der negativen Schwankung am nichtgereizten Ende auf die Erschöpfung der Reizbarkeit durch den vorhergegangenen Versuch geschoben werden könne.

Es genügten schon 6 Präparate, um an der Richtigkeit der Voraussetzungen keinen Zweifel mehr zu lassen. In keinem Falle zeigte sich nämlich ein Widerspruch gegen dieselben, wenn auch einzelne Versuche unentschieden blieben, indem bei aufliegendem gereizten Stücke negative Schwankung und sichtbare Contraction gleichzeitig ausblieben, also offenbar die Reizung selbst nicht recht zu Stande kam. Der ruhende Muskelstrom trieb in fast allen unseren Versuchen zuerst die Nadel an die Hemmung und hielt sie hernach auf einer constanten Ablenkung von meist etwa 30°. Lag das nicht gereizte Ende auf den Bäuschen und wurde das andere Ende tetanisirt, so dass es sich sichtbar anhaltend zusammenballte, so wurde in keinem Falle eine namhafte negative Schwankung beobachtet. Einige Male machte die Nadel eine unbedeutende rückgängige Bewegung (nach dem Nullpunkt) von allerhöchstens 2°. Diese kann aber, selbst wenn sie nicht eine zufällige war, nicht als Beweis für ein Sinken der elektromotorischen Kräfte im nicht gereizten Stücke gelten, sie ist vielmehr nach der obigen Auseinandersetznng zu erwarten, wegen der Verzerrung der Ströme durch das Ausfallen der elektromotorischen Wirksamkeit der Moleküle im gereizten Ende. Im Gegensatz zu diesem Fehlen der negativen Schwankung beim Auflegen des oberen Endes, zeigte sich eine solche immer sehr entschieden im Betrag von 10—15°, wenn das gereizte Ende selbst wirksam auflag. Nur einigemale blieb sie in solchen Fällen, wie oben bemerkt wurde, aus, aber nur dann, wenn auch keine sichtbare Contraction zu Stande kam. Solche Versuche konnten natürlich weder für noch wider sprechen.

Aus den obigen theoretischen Betrachtungen folgt ferner unmittelbar: der Querschnitt des gereizten Endes sollte sich gegen den Querschnitt des nichtgereizten positiv, der Längsschnitt am gereizten sollte sich umgekehrt gegen den Längsschnitt am nicht gereizten Theile negativ verhalten. Die Versuche, welche ich zur Bestätigung dieser Vorhersage anstellte, sind mir leider nicht geglückt, jedoch habe ich nicht etwa von Resultaten zu berichten, die den gemachten Annahmen widersprächen. Eine besondere

Schwierigkeit bei der Prüfung des Verhaltens der beiden Querschnitte gegeneinander liegt darin, den immer sehr schmalen oberen Querschnitt des fraglichen Muskels ganz rein an den Bausch zu bringen. Ein einziger Versuch mit beiderseits aufgelegtem Längsschnitt ergab einen sehr unbedeutenden Ausschlag im Sinne der Vorhersage, worauf ich jedoch kein grosses Gewicht legen will.

Obgleich die zuletzt angedeuteten Versuche eine recht willkommene Bestätigung der aufgestellten Behauptungen abgeben könnten, so halte ich dieselben doch durch die erst beschriebenen über die negative Schwankung schon für so vollständig begründet, dass ich nicht glaubte, noch so viel Zeit daran wagen zu dürfen, wie wohl erforderlich gewesen wäre, um den anderen Versuchen ein positives Resultat abzuzwingen.

Während des Druckes der vorliegenden Zeilen wurde ich erst mit einer mikroskopischen Beobachtung bekannt, die von Rollet in Brücke's Laboratorium gemacht ist (Bericht der k. k. Akad. zu Wien, Juli 1856), und die auf den ersten Blick den hier mitgetheilten Versuchen das ihnen zugeschriebene Interesse zu rauben droht. Rollet findet nämlich, dass die Muskelfaser der Länge nach kein anatomisch Stetiges vielmehr aus einzelnen spitz endigenden Abtheilungen zusammengesetzt sei. Dann könnte man freilich nicht erwarten, dass sich die Contraction von der gereizten Stelle aus weiter fortpflanze als jederseits um die ganze Länge jener Abtheilungen. Die doppelte Länge der Rollet'schen Abtheilungen ist aber sehr viel grösser als der in Contraction versetzte Theil unserer Versuche. Wenn also nicht die Abtheilungen der Froschmuskelfaser sehr viel kleiner sind, als bei den von Rollet untersuchten Thieren, so würden die beschriebenen Versuche immer noch für eine „Coercitivkraft" der Muskelfaser sprechen; so möchte ich das Hemmniss für die Fortpflanzung des Reizzustandes nennen.

IV.

Ueber Flimmerepithelium und Flimmerbewegung im Geschlechtsapparate der Säugethiere und des Menschen.

Von

O. Becker.

Schon oft hat der einfachere Bau analoger Organe in thierischen Körpern dazu gedient, Licht über schwierige histologische Verhältnisse im menschlichen Körper zu verbreiten. So hat auch mich der unerwartete Fund von Flimmerepithelium in dem Nebenhoden des Schweines auf die Entdeckung geführt, dass auch das Epithel im Kopfe des menschlichen Nebenhoden Cilien trägt. *) Seitdem habe ich das Epithel in den Geschlechtsorganen sowohl der Vögel und Säugethiere, als auch des Menschen einer genauern Untersuchung unterzogen, als ihm bisher zu Theil geworden zu sein scheint. Die Resultate derselben theile ich im Folgenden mit. Doch ist es meine Absicht, weniger eine vergleichend-anatomische Arbeit, als vielmehr einen Beitrag zur genaueren Kenntniss des menschlichen Organismus zu liefern. Von meinen Beobachtungen an Thieren führe ich daher nur an, was mir zur Erläuterung und Ergänzung der Untersuchungen zu dienen scheint, die am Menschen angestellt werden konnten.

*) Wiener medicinische Wochenschrift. 1856 No. 12.

Weibliche Geschlechtsorgane im Extrauterinleben.

Wie das Epithel im erwachsenen, nicht schwangeren menschlichen Uterus ausser der Zeit der Menses beschaffen ist, ist bekannt. Doch scheint es nicht immer dieselben Verhältnisse darzubieten. Das Pflasterepithelium der Scheide setzt sich durch den Muttermund in den Uterus fort. Während aber Kölliker es schon im cervix uteri in einfaches, cylindrisches Flimmerepithelium übergehen lässt, sahen Henle und Gerlach dieses erst gegen den Grund der Gebärmutter hin auftreten. Die Leichen, welche ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, bestätigen die letzteren Angaben. Die mittlere Länge der cylindrischen Zellen beträgt 0,036 Mm. In den Tuben und auf den Fimbrien werden sie um die Hälfte kleiner (0,018 Mm.). Noch auf der Rückseite der Fimbrien findet sich Flimmerepithelium, dann aber geht es durch Uebergangsformen in das Pflasterepithel des Bauchfells über. So unbestritten dies ist, so ungenau sind die Angaben über die Entwicklung und periodische Abstossung und Neubildung des Flimmerepithelium. Nicht allein Bischoff spricht sich dahin aus, dass „den inneren weiblichen Genitalien nach der Geburt bis zu den Pubertätsjahren“ Flimmerepithelium fehle *), sondern auch Valentin **) lehrt, zwei Merkmale zeichne das Flimmerepithel im weiblichen Geschlechtsorgane aus, es fehle in jungen Geschöpfen und schwinde in der Frau zur Zeit der Regeln und grösstentheils auch während der Zeit der Schwangerschaft. Dies ist nur richtig, wenn man es auf die Schleimhaut des Uterus allein bezieht. Auf den Fimbrien und in den Tuben dagegen trägt das Epithel schon in neugeborenen Säugethieren und Menschen Cilien. Sucht man aus einem neugeborenen Mädchen das Epithel aus den Tuben und von den Fimbrien im Zusammenhange zu Gesicht zu bekommen, so sieht man an den freien Rändern immer einige, wenn auch nur spärliche Cilien hervorragen. Schwieriger ist es, die Cilien an einzelnen Zellen nach-

*) Bischoff, Entwicklungsgeschichte der Säugethiere und des Menschen. p. 492.
**) Valentin, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Bd. 2, p. 23. 1847.

zuweisen. Doch gelang es mir, von der Schleimhaut der Tuba aus der Nähe des ostium uterinum unverletzte Zellen loszulösen, so dass ich ihre Länge zu 0,01 Mm. und die der Cilien zu 0,0025 Mm. bestimmen konnte. Leichter ist es an ganz jungen Kaninchen die Flimmern noch in Bewegung zu sehen. Ich sah sie sowohl an den Fimbrien, als auch in den Tuben, wenn ich diese aufgeschnitten bei gehöriger Vergrösserung und Beleuchtung von der Fläche her betrachtete. Trotz der ausdrücklichen Bemerkung Bischoff's, dass die Flimmerbewegung in den Tuben von Kaninchen nach dem Durchgang der Eichen aufhöre, muss ich auch das in Abrede stellen. In allen schwangeren Kaninchen, die ich untersuchte, flimmerte das Epithel auf den Fimbrien und in den Tuben mit gleicher Lebhaftigkeit, wie in nicht schwangeren.

Im Uterus neugeborener Mädchen ist dagegen kein Flimmerepithel vorhanden, obwohl die cylindrischen Zellen im Fundus schon die Länge, wie bei Erwachsenen, haben (0,04 Mm.). Besonders schön ist dies wieder bei Kaninchen zu sehen. Schneidet man ein Horn des Uterus und die dazu gehörige Tuba mit einer feinen Scheere auf und betrachtet die innere Fläche bei gehöriger Vergrösserung und Beleuchtung, so überzeugt man sich mit grosser Bestimmtheit, dass die Flimmerbewegung, also auch das Flimmerepithel an der Grenze zwischen Tuba und Uterushorn plötzlich aufhört. Zur Zeit der Pubertät jedoch findet sich bei Thieren mit einem uterus bicornis in den Hörnern, bei Thieren mit einfachem Uterus im fundus uteri Flimmerepithel, letzteres in vollständiger Analogie mit dem Menschen. Da nun nach Kölliker während der Periode die Schleimhaut des Uterus, jedoch mit Ausnahme desjenigen des Cervix, ihr Epithel abstösst, und die Schleimhaut des Cervix auch an der Bildung der Deciduae keinen Antheil nimmt, sondern ihr Epithel (ohne Flimmern) beibehält *), so kann man gradezu sagen, dass an der periodischen Abstossung und Neubildung während der Periode und der Schwangerschaft nur das Flimmerepithel des

*) Kölliker, Mikroskopische Anatomie. Bd. 2, p. 450.

Uterus Theil nimmt. Doch muss ich erwähnen, dass in der Spitze der Uterushörner auch in trächtigen Kaninchen das Flimmerepithelium bleibt. Das Epithel der Deciduen soll pflasterförmig (Kölliker) sein und die Neubildung der nach der Geburt abgestossenen Schleimhaut des Uterus erst in neun Monaten vollständig vor sich gehen (Arnold). Daraus kann man folgern, dass, wenn vor dieser Zeit eine neue Schwangerschaft eintritt, sich gar kein Flimmerepithel zwischen beiden Schwangerschaften wieder bilden wird.

Ausser in den functionirenden Geschlechtsorganen des Weibes findet sich Flimmerepithelium bisweilen auch im Parovarium, diesem weder mit dem Ovarium, noch mit der Tuba in Communication stehenden, nur als Rest einer embryonalen Bildung verständlichen Organ. Es wurde hier auch schon vermuthet. Wenn aber Kölliker *) sagt: Die Kanäle des Nebeneierstocks „bestehen aus einer Faserhaut von 0,020—0,024‴ Dicke und einer einfachen Lage blasser cylindrischer vielleicht flimmernder Zellen", so erfährt man zwar nicht, was diese Vermuthung veranlasst haben mag, klar beweisen aber die angeführten Worte, dass Kölliker weder Cilien noch Flimmerbewegung an dieser Stelle gesehen hat. Der Grad der Entwicklung des Nebeneierstocks ist in verschiedenen Individuen ausserordentlich verschieden, daraus mag es zu erklären sein, dass man in seinen Röhrchen nicht immer die gleiche Auskleidung findet. Bei zwei neugeborenen Mädchen und einmal in dem ausserordentlich entwickelten Parovarium einer 29jährigen Frau konnte jedoch kein Zweifel darüber sein, dass die Fortsätze an den Epithelialzellen als Cilien zu deuten wären. Gerechtfertigt wird diese Annahme dadurch, dass ich im Parovarium eines 14tägigen Kaninchens auch Flimmerbewegung beobachtete.

Wir werden weiter unten die Gründe ausführen, durch welche die Vermuthung unterstützt wird, dass auch in den Gärtner'schen Gängen Flimmerepithelium anzutreffen sei. Leider war mir bisher die Gelegenheit nicht geboten, selber danach zu suchen.

*) A. a. O. p. 429.

Männliche Geschlechtsorgane im Extrauterinleben.

Es ist bekannt, wie wichtig die Rolle ist, welche das Epithel in den Samenkanälchen des Hoden selber spielt. Es liegt aber nicht im Plane dieser Darstellung, darauf näher einzugehen, dieselbe beginnt vielmehr erst mit dem die Ausführungsgänge des Hoden auskleidenden Epithel. Den bisherigen Angaben entgegen findet sich im Kopfe des Nebenhoden eine zweifache Art von Flimmerepithelium. Um aber über die Verhältnisse desselben beim Menschen ins Reine zu kommen, waren ausgedehntere Untersuchungen bei Thieren nöthig. Dieselben wurden angestellt unter den Vögeln am Sperling, der Schwalbe, dem Huhn, der Gans und der Taube, von Säugethieren am Schwein, dem Rind, dem Pferd, Kaninchen, Katze und Hund. In ihnen allen führten zunächst die vasa efferentia ein einfaches Flimmerepithelium, so dass man wohl nicht anzustehen braucht, allgemein für die Klasse der Vögel und Säugethiere den vasa efferentia des Hoden Flimmerepithel zuzuschreiben. Hier aber soll von den Beobachtungen an Säugethieren nur das mitgetheilt werden, was in Bezug auf den Menschen von Wichtigkeit erscheint.

Der Bau der Nebenhoden stimmt in allen von mir untersuchten Säugethieren mit dem des menschlichen überein, nur im Bau des Nebenhodenkopfes finden sich Verschiedenheiten beim Rind und Pferd, vielleicht auch beim Schwein. Der gleichförmigen Bezeichnung wegen denke man sich alle Hoden senkrecht gestellt, und zwar so, dass der Nebenhoden nach hinten und im Nebenhoden die Austrittsstelle der vasa efferentia nach oben liegt. Bei allen Thieren wird dann der Kopf der Epididymis aus diesen vasa efferentia und dem Anfang des Nebenhodenkanals zusammengesetzt. Beim Rind, Pferd und Schwein (?) laufen die vasa efferentia, nachdem sie den Hoden verlassen haben, erst gestreckt, dann in spiralige, weitere und wieder engere Windungen zusammengelegt, endlich wieder grade gestreckt, parallel neben einander nach aufwärts und inseriren sich an der Spitze des Hoden dicht neben

einander in den Anfang des gemeinschaftlichen Nebenhodenkanals. Die vasa efferentia bilden also durch ihre Windungen hier nicht wie beim Menschen kegelförmige, sondern eher spindelförmige Körper und können daher nur uneigentlich coni vasculosi genannt werden. Der Nebenhodenkanal ist, wie beim Menschen, nur einer und verläuft von der Insertionsstelle der vasa efferentia angefangen, von den Windungen abgesehen, in umgekehrter Richtung wie sie, unmittelbar neben den vasa efferentia und gleich ihnen durch kurzes, straffes Zellgewebe an den Hoden geheftet, nach abwärts. Soweit wie er neben den vasa efferentia liegt, muss er zum Kopf des Nebenhoden gerechnet werden. Von allen Windungen der Samengefässe abgesehen, steigt also der Same bei diesen Thieren in den Ausführungsgängen des Hoden bei der angegebenen Stellung desselben grade nach aufwärts, um an der Insertionsstelle in dem Kanal des Nebenhoden nach einer Wendung von 360° in diesem Kanal grade nach abwärts zu steigen.

Beim Kaninchen, dem Hund und der Katze legen sich die vasa efferentia in Zwischenräumen aus den Hoden austretend und zu den bekannten coni vasculosi sich zusammenlegend, an den Hoden senkrecht zu seiner Längsrichtung an und treten gleichfalls rechtwinklig zur Längsrichtung des Nebenhoden in Zwischenräumen in seinen Kanal ein. Zwischen den Insertionspunkten je zweier coni liegen mehrere Windungen des Kanals, die deshalb ebenfalls mit zum Kopf des Nebenhoden gerechnet werden müssen. Der Same macht also hier beim Uebergang in den Kanal des Nebenhoden nur einen Winkel von 90°.

Schon durch diesen Verlauf ist es bei den erstgenannten Thieren eben so leicht, die vasa efferentia von dem Nebenhodenkanal genau zu trennen, als es bei den letztgenannten und dem Menschen schwer ist. Bei jenen Thieren wird diese Unterscheidung ausserdem noch durch eine selbst durch den serösen Ueberzug der Tunica vaginalis propria hindurchschimmernde braunblaue Färbung erleichtert. Diese wird begünstigt durch eine ausserordentliche Zartheit der Wandungen der Ausführungsgänge und hat

ihren Grund in eigenthümlichen, bei durchfallendem Lichte bräunlich scheinenden, auf Zusatz von Aether nicht verschwindenden Tröpfchen, welche sich bei diesen Thieren sowohl in den Enchymzellen des Hoden, als auch in den Epithelialzellen der vasa efferentia immer oberhalb des Kernes finden. Durch diese Eigenthümlichkeiten ist man im Stande, mit grösster Schärfe anzugeben, wo der Nebenhodenkanal anfängt und die vasa efferentia enden.

Indem man vom Rind und Pferd einen Schluss macht auf die anderen Thiere und den Menschen, kann man nun allgemein aussprechen, dass sich im Nebenhoden aller Säugethiere ein doppeltes Epithel findet, von denen das eine ein einfaches Flimmerephitel mit conischen Zellen die vasa efferentia, das andere ein mehrfach geschichtetes Cylinderepithel mit völlig cylindrischen Zellen, die nach Species und Alter in verschiedener Ausbreitung mit ungewöhnlich langen Cilien besetzt sind, den ganzen Nebenhodenkanal bis zum vas deferens auskleidet, in welchem dasselbe durch einfaches Cylinderepithel im obern Drittheil (?) in Pflasterepithel übergeht. Das Epithel der vasa efferentia ist noch dadurch ausgezeichnet, dass es sich schon zur Zeit der Geburt und zwar, was noch auffallender ist, in derselben Grössenbildung, wie im Erwachsenen findet.

Das Epithel im Nebenhodenkanal erfordert eine eigene Beschreibung. Zur Zeit der Geburt und vor der Pubertät besteht es aus Zellen, deren oberste Schichte kaum grösser, als die unter ihnen sitzenden kleinen, also jungen Zellen ist. Mit dem Wachsthum der Nebenhoden verlängern sich diese und bieten dann im Allgemeinen folgende Merkmale dar. Das Epithel ist geschichtet, wovon man sich leicht überzeugt, wenn es gelingt, Epithel im Zusammenhang aus einem Kanal durch Druck zu gewinnen, die obersten Zellen sind ungewöhnlich lang (beim Pferd in den vasa efferentia 0,030 Mm., aus dem Nebenhodenkanal bis 0,070 Mm.), sehr zartwandig, schwach contourirt, völlig cylindrisch, grad abgestutzt, mit grossen, constant unter der Mitte

sitzenden Kernen. Das Epithel trägt aber auch Cilien. Dieselben fehlen vor der Geschlechtsreife und haben in verschiedenen Thiergattungen verschiedene Ausbreitung, wenn sie sich aber finden, so sind sie von ungewöhnlicher Länge. In jenen Stierhoden, die mir zu Gebote standen, war der Kanal der Nebenhoden so saftreich, waren die Membranen der Epithelialzellen so überaus zart, dass es mir gar nicht gelungen ist, aus dem Kopfe des Nebenhoden unverletzte Epithelzellen zu Gesicht zu bekommen. Aus dem Körper und dem Schwanz waren sie zwar vom dritten Tage nach dem Tode an darstellbar, liessen jedoch keine Spur von Cilien wahrnehmen. Im völligen Gegensatze damit war das Epithel aus Pferdehoden nicht allein leicht sichtbar, sondern zeigte auch selbst an allen isolirten Zellen deutliche Flimmern, sie mochten nun aus welchem Theile des Nebenhoden immer genommen sein. Auch das einfache Epithel des vas deferens, das wieder die Grösse und die Form des Epithels in den vasa efferentia annimmt, ist mit Cilien besetzt. Leider bin ich nicht im Stande, die obere Grenze des Flimmerepitheliums anzugeben, da an den von mir untersuchten Hoden das vas deferens etwa in den Mitte abgeschnitten war.

Bei einem Wallach, von dem ich die Samenblasen und die oberen Theile der vasa deferentia untersuchen konnte, waren dagegen die durch E. H. Weber bekannten, Drüsen führenden Erweiterungen der vasa deferentia sehr geschwunden und das Epithel in Samenblasen und vas deferens zwar cylindrisch, aber sehr klein, unregelmässig und offenbar verkümmert. Zwischen Stier und Hengst in der Mitte stehen Hund und Katze, bei denen sich im Kopf des Nebenhoden auch an der zweiten Epithelform die charakteristischen langen Cilien finden. An diese schliesst sich auch in dieser Beziehung der Mensch. Wir werden uns daher zu einer genaueren Beschreibung seines Epithels im Nebenhoden wenden.

Die Faserhaut der Samenkanälchen des Hoden verbindet sich im Rete Halleri so fest mit dem Bindegewebe des corpus Highmori, dass die Samenkanälchen hier fast einer eigenen Membran zu entbehren scheinen. Das Epithel habe ich in ihnen plattenförmig ge-

funden. In den coni vasculosi tritt zwischen der Faserlage und der structurlosen Membran schon eine circuläre Schichte contractiler Faserzellen auf, worin ich Gerlach beistimmen muss. Diese scheint jedoch an der Spitze der coni noch zu fehlen und gegen die Basis zu allmälig an Dicke zuzunehmen. Der Bau des Nebenhodenkanals unterscheidet sich nur dadurch, dass zwischen Faserlage und circulärer Muskelschichte noch eine longitudinale dazu tritt, neben welchen man im vas deferens noch eine dritte, wieder circuläre unterscheiden kann. Die Structur und das äussere Ansehen der coni vasculosi und des Nebenhodenkanals bieten also keine wesentlichen Verschiedenheiten dar. Um so mehr ist dies mit dem auskleidenden Epithelium der Fall.

In den coni vasculosi ist dasselbe auch im Menschen einfaches Flimmerepithel. Seine Zellen sind scharf contourirt, conisch, schief abgestutzt, im Mittel 0,025 bis 0,0225 Mm. lang mit 10—20 Cilien von 0,008—0,010 Mm. Länge. Zu entscheiden, ob die Cilien auf der ganzen oberen Fläche der Zellen vertheilt sind oder nur auf dem obern Rande im Kreise herumsitzen, vermag ich nicht. Doch ist mir Letzteres mehr, als wahrscheinlich. Dieses Epithel zeichnet sich aus durch seine ausserordentliche Dauerhaftigkeit. Zunächst ist es sehr bemerkenswerth, dass es sich schon in neugeborenen Knaben findet und daselbst schon die Länge, wie in den Hoden Erwachsener hat. Die Zellen bestimmte ich zu 0,020—0,025 Mm., die Cilien zu 0,006 — 0,009 Mm. Länge. Nicht selten bleibt das Epithel, wenn man es aus dem Samenkanälchen herausdrückt, im Zusammenhang und bildet für sich noch einen Hohlcylinder, an dem man erkennt, dass das Epithel nur aus einer einfachen Schichte besteht und in dessen Lumen man bei günstiger Lage des Objectes die Cilien hineinragen sieht. Messungen an einer jungen Katze beweisen, dass bei der auffallenden Grösse des Epithels das Lumen äusserst klein ist. Die ganze Dicke eines vas efferens betrug 0,0668 Mm., ohne die Faserlage 0,0433 Mm.; der Kanal im Innern zwischen den gegenüberstehenden freien Rändern des Epithels war 0,0157 Mm.

breit. Einzelne Epithelialzellen hatten aber im Mittel eine Länge von 0,014 Mm. mit Cilien von 0,007 — 0,008 Mm. Länge. Daraus folgt, dass sich die Cilien in der Mitte des Kanals berühren. Messungen an ausgewachsenen Thieren zeigen aber, dass der Kanal ein bedeutend weiteres Lumen hat, so wie auch, dass das ganze Gefäss breiter ist. Das Wachsthum muss daher allein durch Erweiterung der Wandung und dadurch bedingte Bildung neuer Epithelialzellen zu Stande kommen. — An frisch getödteten ganz jungen Kaninchen konnte auch die Bewegung der Cilien schon wahrgenommen werden. Dieselbe bleibt daher ununterbrochen bis zur Pubertät, und es findet in diesem Epithel, abgesehen von der Intussusception neuer Zellen, keine Entwicklung im Extrauterinleben statt.

Zweitens aber findet es sich in den Nebenhoden Erwachsener nicht allein in jenen Partien des Kopfes, deren gelbröthliche Farbe und saftreiches Ansehen auf den ersten Blick ihre normale Beschaffenheit erkennen lassen, sondern auch in jenen krankhaften Partien, welche schon dem unbewaffneten Auge an ihrer dunkeln, bräunlichen, oft schwärzlichen, von dunkeln, in jeder einzelnen Epithelialzelle abgelagerten Fetttröpfchen herrührenden Färbung erkennbar sind, und in welchen durch reichliche Wucherung des zwischen die coni eingelagerten Bindegewebes Verhärtung und, wie aus dem Fehlen der Samenfäden bei sonst reichlichem Vorhandensein derselben geschlossen werden kann, stellenweiser Verschluss der Ausführungsgänge eingetreten ist. Ja! ich fand dasselbe nicht allein noch wohlerhalten, sondern sogar noch in flimmernder Bewegung an einem durch Faserkrebs grösstentheils zerstörten Hoden (siehe unten), dessen hinterer oberer Theil zwar noch erhalten, durch Bindegewebsneubildung zwischen den Samenkanälchen jedoch verhärtet war und keine Spur von Samenbildung zeigte.

Von diesem Allen das Gegentheil ist das Epithel, welches sich im Nebenhodenkanal findet und welches, wie man Grund hat aus der Analogie mit den Verhältnissen bei Thieren zu schliessen, auch im Nebenhodenkopfe nur im gemeinschaftlichen Nebenhoden-

kanal auftritt. Dasselbe ist auch hier geschichtet, seine Zellen völlig cylindrisch, grade abgestutzt, äusserst zartwandig, schwach contourirt, sehr lang, mit grossen, immer unterhalb der Mitte sitzenden Kernen, und im Kopfe des Nebenhoden mit den längsten Cilien besetzt, die im Menschen beobachtet sind. Ausgezeichnet ist es aber insbesondere ebensowohl durch seine grosse Hinfälligkeit und Veränderlichkeit, als auch, wie es scheint, durch seine Fähigkeit sich zu reproduciren. Wie bei Thieren ist es auch bei Menschen zur Zeit der Geburt wenig ausgebildet. Auf mehreren Schichten von kleinen Zellen, deren Kern ihre Höhle fast ganz ausfüllt, sitzt nach dem kleinen Lumen des Kanals zu eine Schichte von nur wenig weiter ausgebildeten Zellen. Cilien finden sich im ganzen Verlauf des Kanals in jungen Knaben nicht. Man kann annehmen, dass diese mit weiterer Ausbildung des Epithels zur Zeit der Pubertäts-Entwicklung auftreten. In den Jahren der Pubertät bietet zunächst die Grösse der Zellen Schwankungen dar, wie sie bei dem Epithel der coni vasculosi nicht vorkommen. Ich fand in verschiedenen Individuen Zellen von 0,042 — 0,056 Mm. Länge. Ebenso wandelbar ist die Länge der Cilien. Von den kleinsten kaum bemerkbaren Fortsätzen an finden sich dieselben in jeder Längenverschiedenheit bis zu der enormen Länge von 0,035 Mm. In demselben Maasse variiren die übrigen Eigenschaften. Die Contouren sind bald schärfer, der Inhalt mitunter körnig und weniger durchsichtig, die Zellmembran eingebogen, verschrumpft, ja selbst zusammengefaltet und gedreht, so dass man nach solchen Bildern allein gar nicht im Stande wäre eine allgemeine Beschreibung dieses Epithels zu geben. Dennoch glaube ich die zuerst gegebene, als die des normalen, vollständig ausgebildeten ansehen zu dürfen. Man bemerkt nämlich bald, wenn man eine Anzahl Hoden untersucht, dass das Aussehen des Epithels sich um so mehr jener Beschreibung nähert, je frischer, saftreicher und insbesondere je samenhaltiger der Nebenhoden ist. Man braucht dann nur das Glück zu haben einmal einen Hoden zu bekommen, der von Samen strotzt,

um überzeugt zu sein, dass die Beschaffenheit des Epithels im Nebenhoden gradezu abhängt von der Menge des reifen Samens, der sich im Nebenhoden angesammelt hat. Nur in solchen Fällen besteht aber auch eine Uebereinstimmung mit dem analogen Epithel brünstiger Thiere. Leider habe ich keine Gelegenheit gehabt, Hoden erwachsener, nicht brünstiger Thiere zu untersuchen, bin aber überzeugt, dass auch in ihnen die Zellen geschrumpft, der Inhalt getrübt, die Cilien abgebrochen erscheinen werden, um so mehr, da auch dieselben Erscheinungen anfangen aufzutreten, wenn man längere Zeit nach dem Tode untersucht. Was nun die Untersuchung beim Menschen erschwert, ist der Umstand, dass man in der Regel nur Hoden zur Untersuchung bekommt von Individuen, die nach mehr oder minder langem Siechthum gestorben sind. Es ist aber bekannt, dass jedes allgemeine Leiden, insbesondere wenn es mit schlechter Ernährung verbunden ist, die Secretion des Hoden vermindert oder gar aufhebt. Also mag sich daraus der zur Untersuchung ungünstige Zustand erklären, den in der Regel die menschlichen Nebenhoden darbieten, sowie es hieraus verständlich wird, dass die Verhältnisse des Epithels an dieser Stelle so lange irrthümlich aufgefasst wurden. Untersucht man nun an gesunden, samenführenden Nebenhoden, so überzeugt man sich leicht davon, dass dieses Epithel im Kopfe immer mit Cilien besetzt ist. Ausser der schon erwähnten enormen Länge scheinen sie noch die Eigenschaft zu haben, leicht zusammen zu kleben, so dass es oft den Anschein hat, als wenn aus dem Innern der Zelle ein solider Kegel hervorrage, nicht aber der Rand der Zelle mit Cilien besetzt sei. Da die eigene Flüssigkeit des Nebenhoden immer milchig trüb ist, so ist man gezwungen, dieselbe stark zu verdünnen. Bedient man sich hierzu klaren Speichels und beobachtet man insbesondere bei Lampenlicht, so erkennt man deutlich, dass der Kegel aus einzelnen Cilien zusammengesetzt ist. Unzweifelhaft wird dies, wenn man den Hoden einige Tage liegen lässt, aber gegen Fäulniss durch Kälte schützt. Man sieht dann jede Cilie einzeln, obgleich ihre Feinheit sehr bedeutend ist. Die Ausbreitung der Cilien in den Körper des Nebenhoden scheint ver-

schieden zu sein. Niemals habe ich dieselben an Zellen beobachtet, die aus dem Schwanze genommen waren, nie dagegen im Kopfe vermisst. Es wurde schon erwähnt, dass auch an Zellen aus nicht samenführenden Nebenhoden entweder einzelne, ausgebildete, oder mehrere kurze, wie abgebrochen aussehende Cilien bemerkbar sind, die aber allerdings ohne die bestätigenden Beobachtungen an samenführenden Hoden über ihre Natur Zweifel übrig lassen würden. Im Schwanze des Nebenhoden bemerkte ich wiederholt Epithelialzellen von ungewöhnlich grossem Querdurchmesser, die auf einem plattenförmig angeordneten Zellboden zu sitzen schienen. Ich erwähne dies hier vorläufig und hoffe darüber Genaueres später mittheilen zu können. Im vas deferens wird das Epithel wieder einfach cylindrisch und geht im obern Drittheil in pflasterförmiges Epithel über, welches auch die Samenblasen auskleidet.

Auch in den männlichen Geschlechtsorganen sind die Ausführungsgänge der Generationsdrüse nicht die einzige Stelle, an welcher das Epithelium flimmert. Es kommen am Kopfe des Nebenhoden ausser den für pathologisch zu haltenden Gosselin'schen Bläschen zwei Arten von Hydatiden vor, die den Namen ihres Entdeckers Morgagni führen. Luschka hat durch Injectionen bewiesen, dass die sogenannten ungestielten Hydatiden häufig, jedoch nicht immer mit den Samenkanälen des Nebenhodenkopfes in offener Verbindung stehen. Wenn man sich einerseits daraus das Vorkommen von Samenfäden in denselben erklärt, so ist andererseits auch der Beobachtung von Flimmerepithelium, die wiederholt von mir in ihnen gemacht wurde, dadurch alles Auffallende genommen, dass eben die Kanäle des Nebenhodenkopfes das gleiche Epithel enthalten. Auch scheint das Vorhandensein beider Gebilde in diesen Hydatiden in einer gewissen Beziehung zu einander zu stehen, indem ich niemals Samenfäden in einer ungestielten Morgagni'schen Hydatide fand, in der nicht auch Flimmerepithelium vorkam. Dies widerspricht Luschka, der auch den mikroskopischen Inhalt dieser Gebilde, darunter aber keine Flimmerzellen, angegeben hat. Luschka behauptet auch von der gestielten Hy-

datide des Morgagni, die als das persistirende Endbläschen des Müller'schen Ganges angesehen wird (?), dass sie immer einfach und nur sehr selten eine zweite, dann immer kleinere, vorkomme. In Wien scheinen andere Verhältnisse obzuwalten. Ich wenigstens kann versichern, dass in allen jenen Fällen, in denen ich überhaupt die gestielte Hydatide fand, deren zwei vorhanden waren, mit einer einzigen Ausnahme. Auch in diesen nach Luschka nie mit Samenkanälchen in Communication stehenden Hydatiden kommt bisweilen Flimmerepithel vor. Das Flimmerepithel in den Hydatiden ist immer klein, ihre Form verschieden, bald regelmässig cylindrisch und schwach conisch, bald in auffallender Weise unregelmässig und klein (s. unten über die Gosselin'schen Bläschen).

Es ist hier der Ort, der Beobachtung meines Freundes G. Brettauer Erwähnung zu thun, der auch im Uterus masculinus eines Pferdes Flimmerepithelium fand. So vereinzelt diese Beobachtung ist, da ich sie nicht durch gleiche Beobachtungen am Menschen bestätigen kann, so ist sie doch von Interesse, wenn man sich nun an alle die Stellen im Geschlechtsapparate von Säugethieren und Menschen erinnert, an denen bisher Flimmerepithelium beobachtet wurde.

Vorkommen des Flimmerepithelium im Embryo.

Abgesehen von dem erst zur Zeit der Geschlechtsreife auftretenden und, wie es scheint, temporär verschwindenden Flimmerepithel in der Gebärmutter und dem Nebenhodenkanal, flimmert schon zur Zeit der Geburt in beiden Geschlechtern der Ausführungsgang der Geschlechtsdrüse, im Weibe die Fimbrien und die Tuba, im Manne die coni vasculosi. Ausserdem ist aber im Weibe in den Kanälen des Nebeneierstocks, im Manne in den ungestielten und gestielten Hydatiden des Morgagni, sowie im Uterus masculinus Flimmerepithel beobachtet worden. Von diesen Gebilden lehrt aber die Entwicklungsgeschichte, dass sie zu den functionirenden Geschlechtsorganen in dem Verhältnisse stehen,

dass sie im Extrauterinleben aufzufassen sind als Reliquien einer embryonalen Generationsanlage, aus welcher sich dadurch die geschiedenen Geschlechter herausbilden, dass das, was in dem einen functionirendes Organ wird, in dem andern auf der Stufe embryonaler Ausbildung bestehen bleibt oder ganz verschwindet. Das Auffinden von Flimmerepithel in allen diesen Organen, deren genetischen Zusammenhang erst die neuere Zeit hat kennen lernen, musste mit Nothwendigkeit den Gedanken erzeugen, dass eben in diesem genetischen Zusammenhange die Erklärung einer so eigenthümlichen Uebereinstimmung scheinbar so fremdartiger Gebilde liege.

In der Hoffnung also, im Wolff'schen Körper, seinem Ausführungsgange und dem Müller'schen Faden bei Säugethieren Flimmerbewegung zu finden, ermuthigt überdies durch die Beobachtung Kölliker's, der schon im Jahre 1845 bei Eidechsenembryonen Flimmerbewegung im Wolff'schen Körper entdeckte, zog ich auch Embryonen in den Kreis meiner Untersuchung. Ich konnte dazu nur Kaninchenembryonen verwenden, und habe an zwanzig Embryonen vom 11., 15. und etwa dem 28. Tage den Wolff'schen Körper, ehe er in feste Verbindung mit dem Hoden oder dem Eierstock getreten war, genau untersucht. Obwohl ich aber unmittelbar nach dem Tode und mit den besten Instrumenten untersuchte, fand ich keine Spur, weder von Flimmerbewegung, noch von Cilien. Ich glaube daher mit Bestimmtheit versichern zu können, dass im Wolff'schen Körper des Kaninchens kein Flimmerepithelium existirt. Das Vorhandensein von Flimmerepithel und Flimmerbewegung zur Stunde der Geburt zwingt aber zu der Annahme, dass wenigstens die Tuba und der Kopf des Nebenhoden schon im Embryo Flimmerepithel führen müssen. Ich suchte deshalb Embryonen aus den letzten Tagen vor der Geburt zu bekommen und konnte auch von zwei Mutterkaninchen Embryonen untersuchen, an denen der Kopf des Nebenhoden und die Fimbrien schon mit blossem Auge an ihrer Form erkannt werden konnten, ohne im Finden von Flimmerbewegung in den Kanälchen des Nebenhoden oder in der Tuba glücklicher

zu sein. Dennoch wäre es absurd zu glauben, dass das Flimmerepithel im Augenblick der Geburt plötzlich hervorspriesst, dennoch wäre es absurd zu zweifeln, dass die Ausführungsgänge der Generationsdrüsen, seien sie aus dem Wolff'schen Körper, oder seien sie aus dem Müller'schen Faden hervorgegangen, schon im Embryo mit Flimmerepithel ausgekleidet sind. Nur weil mir die Gelegenheit fehlt, selber Kaninchen zu halten und die Zeit der Begattung zu beobachten, nur weil ich eingesehen habe, wie unsicher man geht, wenn man sich auf fremde Angaben in solchen Dingen verlassen muss, begnüge ich mich damit, mit Bestimmtheit vorauszusagen, dass man im Geschlechtsapparate von Säugethierembryonen Flimmerepithel finden wird, sobald man dieselben aus den letzten Tagen vor der Geburt erhält. Wo die Beobachtung sprechen muss, ist es überflüssig eine Vermuthung darüber zu äussern, bei welchem Grade der Ausbildung der Generationsdrüsen dasselbe zuerst auftritt. Damit wäre freilich das Flimmerepithel in den Nebenorganen (Parovarium, gestielte Hydatide, Uterus masculinus) noch nicht erklärt, denn so viel geht wenigstens aus meinen Untersuchungen hervor, dass vor der Umbildung des Wolff'schen Körpers zum Nebenhodenkopf das Urogenitalsystem des Embryo keine Flimmerbewegung zeigt.

Flimmerbewegung.

Es ist bisher nur gelegentlich davon die Rede gewesen, dass nicht allein die Cilien, sondern auch die Bewegung derselben beobachtet wurde. Dass die haarförmigen Fortsätze an den Epithelialzellen im Nebenhoden des Menschen als Flimmercilien zu deuten wären, konnte zwar von vornherein durch Analogie aus der Form geschlossen werden, doch war es von Interesse, das Phänomen selbst wenigstens an Thieren zu beobachten. Legt man ein Stück von einem conus vasculosus möglichst unverletzt entweder ohne allen Zusatz oder mit Zusatz von Eiweiss oder Speichel unter das Mikroskop, so ist es leicht, die Cilien theils durch die Wand des Gefässes im Innern, theils an isolirten Epithelial-

zellen in Bewegung zu sehen. Auf dieselbe Weise verfährt man mit dem Parovarium, während man an jungen Thieren die Tuba nur aufzuschneiden und von der Fläche zu betrachten braucht, von den Fimbrien aber ein abgeschnittenes Stück ohne Weiteres unter das Mikroskop gelegt werden kann. So gelang es, die Cilien in Bewegung zu sehen an den Fimbrien, in der Tuba und dem Uterus einer Stute, an den Fimbrien und in der Tuba sowohl ganz junger, als auch schwangerer Kaninchen. Im Nebenhodenkopfe wurde die Flimmerbewegung gesehen ausser in den schon genannten Vögeln in den coni vasculosi bei Kaninchen und einem jungen Kater vor der Geschlechtsreife, sowie beim erwachsenen Hund und Stier.

Die Bewegung hört schneller auf an einem abgelösten Stück, als an der Schleimhaut, welche mit dem ganzen Organe noch in Verbindung ist. Die Dauer dieser Bewegung nach dem Tode des Thieres ist verschieden nach der Gattung desselben. An Hunden überdauerte sie den Tod nicht über eine Stunde, bei Kaninchen und Katzen dagegen bis zum andern Tage. Ueberraschend war es aber, in dem Nebenhoden eines Stieres, der am Morgen des 11. April geschlachtet war, noch am 18. April, also am 8. Tage, Nachmittags (wohl die weitest gehende Beobachtung, die in dieser Beziehung an Säugethieren gemacht wurde), Flimmerbewegung anzutreffen. Die Hoden wurden im Eiskeller aufbewahrt, aber täglich auf einige Stunden, der Untersuchung wegen, in die Wärme gebracht und in der Wärme untersucht. Es ist dies um so merkwürdiger, als Gerlach z. B. behauptet, dass schon eine Temperatur von + 6° C. die Flimmerbewegung bei Kaninchen aufhebe. Doch liesse sich der scheinbare Widerspruch vielleicht so lösen, dass man annimmt, die Bewegung sei durch die Kälte wirklich gehemmt, durch den Uebergang in die Wärme aber wieder hervorgerufen worden. Die Kälte würde dann die Bewegungsfähigkeit nicht vernichten, sondern den Vorrath an Kraft nur für wieder eintretende, der Bewegung günstige Bedingungen aufsparen.

Die Bewegung der langen Cilien des Epithel im Nebenhodenkanal konnte nur an Hunden beobachtet werden. Doch ist diese Beobachtung deshalb nur um so wichtiger.

Nach dem Vorstehenden konnte nicht mehr daran gezweifelt werden, dass das gleiche Epithel aus menschlichen Leichen im Leben auch gleiche Function habe. Dennoch erfreute mich das Zusammentreffen von Umständen, welches mir Gelegenheit bot, das Phänomen der Flimmerbewegung auch in einem menschlichen Nebenhoden zu beobachten. Am 18. Juni wurde auf der Klinik des Professor von Dumreicher einem 42jährigen Manne der linke Hoden, dessen vordere untere Partie durch Faserkrebs zerstört war, exstirpirt. Durch die Güte des Assistenten, des Herrn Dr. Dittel, erhielt ich ein Stück des Hoden und Nebenhoden zur Untersuchung. Was vom Hoden selber noch vorhanden war, war durch Bindegewebsneubildung zwischen den Samenkanälchen verdichtet, die Samenkanälchen enthielten keine Spur von Samenzellen. Der Kopf des Nebenhoden zeigte grösstentheils jene an so vielen Hoden schon beobachtete schwärzliche Färbung, welche von Fettkügelchen in den Epithelialzellen herzurühren scheint. Die Cilien derselben, sowie die in den wenigen coni, die ihre normale gelbröthliche Färbung hatten, waren wohl erhalten und zeigten das Phänomen der Flimmerbewegung noch 2 Stunden nach der Exstirpation. Es ist wichtig für mich, dass ich für diese seltene Beobachtung das Zeugniss meines hochverehrten Lehrers, des Herrn Professor Brücke, anführen kann.

Die Flimmerbewegung in den coni vasculosi ist eine höchst eigenthümliche. Was man unterscheiden kann, ist Folgendes. Man sieht die Cilien in ungleichen Zeiten sich beugen und aufrichten, gleichzeitig aber eine Welle an der Cilie entlang laufen, so dass jede Cilie für sich peitschenförmig gebogen zu sein scheint. Ist die Bewegung noch lebhaft, so tritt die wellenförmige Beugung, ist sie langsamer geworden, das Umbeugen der ganzen Cilie weniger in die Erscheinung. Man kann also die Bewegung betrachten, wie eine Combination des motus uncinatus und des motus

serpentinus, welche Valentin unterscheidet, und könnte sie motus flagelliformis nennen. Auffallend ist die Länge der Cilien in Kanälen, die so eng sind, dass die Cilien sich in jungen Geschöpfen berühren würden, wenn sie in der Ruhe gestreckt stehen. Nirgends leichter, als hier kann man sich davon überzeugen, dass durch das Schlagen der Cilien in dem Kanale ein Strom erregt wird. Die Wände sind z. B. beim Stier so durchsichtig, dass man die Flimmerbewegung sieht, und an den Samenfäden hat man so ausgezeichnete Objecte, dass man nicht irren kann, wenn man behauptet, dieselben würden durch die Flimmerbewegung in bestimmter Richtung fortgeführt. Damit überhaupt ein Strom in einer Richtung erregt werden kann, müssen die Cilien nach einer Richtung stärker schlagen, als nach der andern, also schneller sich beugen, als aufrichten. Ist aber der Strom einmal erregt, so kann er die Beugung befördern, muss aber dem Aufrichten Widerstand entgegensetzen und kann so bei seiner gegen die Mitte des Kanals zunehmenden Geschwindigkeit Veranlassung werden zu dem Stosse, der die wellenförmige Biegung der einzelnen Cilien hervorruft.

Obwohl man von vornherein vermuthen wird, dass dieser Strom vom Hoden gegen die Samenblasen hin gerichtet sei, kann man bei einiger Vorsicht und Aufmerksamkeit im Präpariren sich merken, welches Ende eines Stückes von einem Ausführungsgang im Thiere gegen den Hoden und welches gegen das vas deferens gerichtet war, und sich ohne weitere Mühe von der Richtigkeit jener Vermuthung überzeugen. Eine Beobachtung, die ich an jungen Kaninchen gemacht habe, scheint darauf hinzudeuten, dass der Strom in den coni vasculosi und dem Anfang des Nebenhodenkanals nicht parallel der Längsachse der Gefässe, sondern seine Windungen mitmachend, spiralig verläuft. An ziemlich groben Schnitten durch den ganzen Nebenhoden trifft es sich immer, dass man in einige Kanälchen in der Richtung ihrer Längsachse hineinsehen kann. Mehrere Male sah man in diesen den Inhalt kreisförmig rotiren, während man daneben in andern, in

welche man durch ihre Wandungen sah, einen Strom parallel ihrer Längsachse erblickte. Nimmt man nun an, die Bewegung im Innern eines Samenkanals sei spiralig, so lässt sich diese durch drei auf einander senkrechte Kräfte entstanden denken. Erfährt aber die in der Richtung der Längsachse wirkende Componente durch Druck von unten her, also etwa durch das Angedrücktsein an den Objectträger, einen Widerstand, der ihr das Gleichgewicht hält, so müssen die beiden andern senkrecht auf die Längsachse wirkenden Componenten den Inhalt des Kanals kreisförmig an den Wänden desselben herumtreiben.

Function des Flimmerepithelium in den Ausführungsgängen der Geschlechtsdrüsen.

Wenn, wie wir gesehen haben, durch Flimmerbewegung in den coni vasculosi ein Strom in der Richtung vom Hoden gegen den Nebenhoden erregt wird, der im Stande ist, nicht allein freie Samenfäden, sondern auch Samenzellen mit sich fortzureissen, so kann über die Function des Flimmerepithelium an dieser Stelle kein Zweifel sein. Ein jeder Strom, welcher durch eine feststehende Ursache in einem Röhrensysteme erregt wird, muss nach zwei Seiten hin eine Kraftäusserung über den Ort der bewegenden Ursache hinaus ausüben. Er muss stossend in der Richtung des Stromes, saugend in der entgegengesetzten wirken. Der Strom, den die Flimmerbewegung in den Ausführungsgängen des Hoden erregt, ist also als die Ursache anzusehen, welche zur Zeit, da der Hoden ein Secret liefert, dasselbe aus dem Hoden schafft und in den Nebenhoden befördert. Die wichtigste Eigenschaft des Stromes ist, dass er constant wirkt. Dabei tritt uns aber ein Bedenken entgegen. Wir haben gesehen, dass die Flimmerbewegung besteht, nachgewiesener Maassen seit der Geburt, sicherlich aber auch schon vor der Geburt, jedenfalls lange bevor nach unsern bisherigen Kenntnissen der Hoden secernirt.*) Ich frage nun: Welche Wirkung übt diese

*) Ludwig, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Bd. 2. pag. 280.

Flimmerbewegung vor dem Eintritt der Pubertät aus? Bis zu einem gewissen Grade befindet sich das Flimmerepithel in den Lungen in gleichen Verhältnissen, wie hier. Auch dort befindet es sich in Kanälen, die an dem einen Ende blind endigen und an dem andern in offener Verbindung mit der Aussenfläche des Körpers stehen, auch dort übt es eine bewegende Wirkung von dem blinden gegen das offene Ende aus. Ohne Zweifel befindet sich zwischen den Cilien Flüssigkeit, diese aber wird nicht in die Trachea entleert, braucht also nicht ersetzt zu werden, sondern die bewegende Kraft der Cilien äussert sich nur in der Herausschaffung der fremden Körper, welche auf die Oberfläche des Epithels der Bronchien fallen. Auf die Flüssigkeit, welche das Lumen der Kanäle ausfüllt, hat aber die Flimmerbewegung in der Lunge keinen Einfluss, denn die atmosphärische Luft wird durch Muskelkräfte, welche die Kraft der Flimmerzellen unendlich übertreffen, bald ihrer Wirkung entgegen in die Lungenbläschen hineingerissen, bald in der Richtung, in welcher auch das Epithel wirkt, hinausgetrieben. Hierin eben unterscheidet sich das Flimmerepithel in den coni vasculosi. Denn, wenn wir auch hier annehmen, dass die Flüssigkeit zwischen den Cilien sich wohl mit den Cilien bewegt, von ihnen aber nicht fortbewegt wird, so muss doch die Flüssigkeit, welche das Lumen der Gefässkegel erfüllt und hier nicht atmosphärische Luft, sondern ein tropfbar flüssiger Körper ist, der Wirkung der Flimmerbewegung unterliegen. Dieselbe kann sich in doppelter Weise äussern. Entweder man hält es für ausgemacht, dass in der That gar nichts aus dem Hoden austritt, dann kann, weil nichts nachfliesst, auch nichts wegfliessen; es wird also durch die Flimmerbewegung in der das Lumen der Kanälchen ausfüllenden Flüssigkeit nur Spannung eintreten. Oder man lässt sich durch diese nothwendig eintretende Spannung veranlassen, anzunehmen, dass, wie nach Eintritt der Pubertät Verhältnisse bekannt sind, unter denen der Hoden ein anderes Secret, als reifen Samen liefert, auch vor Eintritt der Pubertät der Hoden ein Secret producire, über

dessen Schicksale weitere Forschungen erst Aufklärung geben müssten. In beiden Fällen ist aber die oben angeführte Beobachtung von Interesse, dass im neugebornen Thiere das Lumen der Kanäle sich auf Null reducirt.

Auch in der Tuba besteht, wie wir gesehen haben, seit der Geburt Flimmerbewegung, die einen Strom vom ostium abdominale zum ostium uterinum in ihr erregt. Auch dieser Strom muss nach zwei Seiten über die bewegende Ursache hinaus eine Wirkung äussern, auch er will gespeist werden, auch er muss, um bildlich zu reden, sein Wasser nach einem bestimmten Orte hin ergiessen. Doch veranlasst er hier nicht zu ähnlichen Schlüssen, wie im Nebenhoden, da der Kanal hier frei in die Bauchhöhle mündet und die seröse Feuchtigkeit an ihren Wänden hinreicht, um den Strom zu unterhalten. Wohl aber lässt es sich denken, dass der constante Strom in der serösen Feuchtigkeit an der Oberfläche des Peritonäum, also auch an der Peritonealfläche der Ovarien, dazu beitrage, dem austretenden Eichen seine Richtung gegen die Abdominalpforte der Tuba anzuweisen, wo dann dasselbe durch Reiz auf die Schleimhaut auch die organischen Muskelfasern der Tuba zu Contractionen veranlassen möge, so dass diese es weiter gegen den Uterus führen.

Was von der serösen Feuchtigkeit aus dem Sacke des Bauchfells in die Tuba dringt, wird im nicht schwangeren Zustande in diesen ergossen, im schwangeren aber würde, selbst für den Fall, dass das ostium uterinum vollständig verschlossen würde, die Annahme, dass die Bewegung der Cilien in einem gestauten Strome fortdauere, keine grösseren Schwierigkeiten darbieten, als die Flimmerbewegung in geschlossenen Röhren oder Höhlen, wie im Parovarium, in den Hydatiden, in den Malpighi'schen Kapseln der Froschniere, den Cysten.

Mit dem durch das Flimmerepithel im Nebenhodenkopfe erregten Strome scheint die erste Kraft aufgefunden zu sein, welche den reifen Samen, Samenzellen oder Samenfäden aus dem

Hoden in den Nebenhoden überführt. Zwar hielt Ludwig (a. a. O.) es für möglich, dass die Entleerung des Hoden veranlasst würde durch Muskelzellen, welche von Kölliker in der tunica albuginea des Hoden entdeckt wären. Doch fällt diese Hypothese mit der mündlichen Bemerkung Ludwig's, dass das anatomische Factum irrig und die Anführung desselben aus einem unrichtigen Citate hervorgegangen sei. Die Situation der bewegenden Ursache am Anfange der Ausführungsgänge in unmittelbarer Nähe des Hoden kann schon an sich als sehr wirksam bezeichnet werden. Es sind aber noch einige besondere Verhältnisse des Ausführungsapparates an dieser Stelle von Interesse. Nach Ludwig *) verengert sich das Gesammtlumen der Samenröhren vom Anfang zum Ende des Hoden. Diese Verengung scheint aber keineswegs eine stetig fortschreitende, sondern eher eine aufsteigende und absteigende zu sein. So hat es offenbar den Anschein, als ob das in den ductus efferentes so ungemein verschmälerte Bett der (vereinigt gedachten) Samenröhrchen in den coni vasculosi sich wieder erweitere und gegen das vas deferens wieder verengere. Aber nicht allein das Gesammtlumen oder das Strombett verengert sich gegen die Insertionsstelle der coni vasculosi in den Nebenhodenkanal, sondern nach Lauth auch das Lumen jedes einzelnen Samengefässes vom conus vasculosus gegen den Nebenhoden. Nach ihm beträgt der mittlere Querschnitt eines Samenkanals im Anfang eines conus vasculosus $^1/_{68}$'' = 0,3980 Mm., an der Insertionsstelle in den Kanal der Epididymis dagegen $^1/_{156}$'' = 0,1735 Mm. Daraus ist ersichtlich, dass der Same, sowohl um vom Hoden in die coni vasculosi, als auch um aus diesem in den Nebenhodenkanal zu gelangen, einen bedeutenden Widerstand zu überwinden hat. Beides zu überwinden wird ebenfalls Aufgabe des Flimmerepithelium, sowohl des in den coni, als des im Anfange des Nebenhodenkanals befindlichen, sein. Von den Muskelzellen, die

*) a. a. O. pag. 278.

nach Gerlach sich schon in den Wandungen der coni vasculosi finden, wird später noch die Rede sein.

Eine wichtige Bedeutung anderer Art hat das Epithel im Kanal der Epididymis. Schon Henle macht in seiner allgemeinen Anatomie darauf aufmerksam, dass die eigenthümlichen Bewegungen der Samenfäden erst im vas deferens beginnen, und Kölliker bemerkt in seiner neuesten Arbeit über die Bewegung der Samenfäden, er habe dieselben meist aus dem Schwanze des Nebenhoden eines Stieres genommen. Am Stier habe auch ich die interessante Beobachtung gemacht, dass da, wo in den vasa efferentia die Samenfäden durch den Wimperschlag fortgeführt wurden, ihnen jede eigenthümliche Bewegung abging, während gleichzeitig die Samenfäden, welche dem Schwanze desselben Nebenhoden entnommen waren, in ihrer genuinen Flüssigkeit dieselben in der ausgezeichnetsten Weise zeigten. Abgesehen von den Folgerungen, die man hieraus über die verschiedene Natur der Samenfäden und Cilien machen könnte, will ich nur noch erwähnen, dass der Versuch gelang, in Samenfäden aus den coni vasculosi durch Zusatz von Wasser ihre eigenen Bewegungen hervorzurufen. Trotz aller sonstigen Meinungsverschiedenheiten stimmen Kölliker und Ankermann darin überein, dass die Samenfäden für ihre selbständigen Bewegungen eine Flüssigkeit nöthig haben, deren Concentration von einem bestimmten Grade und geringer sein muss, als ihn die im Hoden selbst gebildete Flüssigkeit besitzt. Es beweist also der obige Versuch, dass die Flüssigkeit im Schwanze des Nebenhoden weniger concentrirt ist, als die im Kopfe desselben. Da aber auf dieser Strecke keine Drüsen vorhanden sind, die ihr Secret in den Kanal der Epididymis ergiessen könnten, so wird man zu der Annahme gezwungen, dass der Kanal selber die das Hodensecret verdünnende Flüssigkeit liefert. In der That erscheint das Epithel desselben mit seinen oben geschilderten Eigenschaften völlig geeignet dazu. Und die reichliche, milchig trübe Flüssigkeit, die in Nebenhoden brünstiger Thiere, sowie reichlichen Samen absondernder Menschenhoden sich findet, spricht direct da-

für. Man hat sich dann die Sache so zu denken, dass gleichzeitig mit einer stärkeren Anregung zur Samenbildung im Hoden das Epithel des Nebenhoden zu einer erhöhten Neubildung befähigt wird. Der constante Strom im Kopfe der Epididymis führt den reifen Samen in den Kanal des Nebenhoden, wo derselbe sich mit dem flüssigen Inhalt der platzenden Epithelialzellen mischt und in demselben vom Schwanze des Nebenhoden an seine eigenen Bewegungen beginnt. Schon von Weber ist nachgewiesen, dass von gleichen Mengen Flüssigkeit aus den Samenblasen und dem vas deferens in der letztern mehr Samenfäden enthalten sind, als in der ersten, somit die Samenblasen nicht eigentlich als receptacula seminis zu betrachten sind. Als Aufbewahrungsort des Samens, in welchen derselbe durch den constanten Strom im Nebenhodenkopf geführt wird, ist vielmehr das vas deferens und der Nebenhoden selbst von der Stelle an, an welcher das Flimmerepithelium aufhört, zu betrachten. Bei der Ejaculation würde dann zur Austreibung des eigentlichen Samens aus dem Nebenhoden vorzugsweise das so mächtige und ausgedehnte Lager contractiler Faserzellen in den Wandungen des Nebenhodenkanals wirken. Doch würden auch die wie eine Tasche die untere Partie des Hoden umgebende innere Muskelhaut des Hoden (Kölliker) und die contractilen Zellen in den coni vasculosi zur vollen Entleerung und gewaltsamen Ueberführung des reifen Samens in das vas deferens beitragen können. Jedenfalls sind die Kräfte, welche zur Herausschaffung des Samens dienen, zu unterscheiden in constant wirkende und temporär auf Nervenreiz reagirende. Jene wird durch die Flimmerbewegung hervorgerufen und dient zur eigentlichen Entleerung des Hoden, zu diesen ist der ganze ohnehin bekannte Apparat aus glatten und quergestreiften Muskelfasern zu rechnen. Dass aber bei einer so gewaltsamen Contraction des gesammten vas deferens die so überaus zarten Epithelialzellen im Nebenhoden grossentheils platzen und sie sowohl, wie ihr Inhalt bei dem Herausstossen des Samens mit fortgerissen werden müssen, liegt auf der Hand, zumal da ich nach-

zu sein. Dennoch wäre es absurd zu glauben, dass das Flimmerepithel im Augenblick der Geburt plötzlich hervorspriesst, dennoch wäre es absurd zu zweifeln, dass die Ausführungsgänge der Generationsdrüsen, seien sie aus dem Wolff'schen Körper, oder seien sie aus dem Müller'schen Faden hervorgegangen, schon im Embryo mit Flimmerepithel ausgekleidet sind. Nur weil mir die Gelegenheit fehlt, selber Kaninchen zu halten und die Zeit der Begattung zu beobachten, nur weil ich eingesehen habe, wie unsicher man geht, wenn man sich auf fremde Angaben in solchen Dingen verlassen muss, begnüge ich mich damit, mit Bestimmtheit vorauszusagen, dass man im Geschlechtsapparate von Säugethierembryonen Flimmerepithel finden wird, sobald man dieselben aus den letzten Tagen vor der Geburt erhält. Wo die Beobachtung sprechen muss, ist es überflüssig eine Vermuthung darüber zu äussern, bei welchem Grade der Ausbildung der Generationsdrüsen dasselbe zuerst auftritt. Damit wäre freilich das Flimmerepithel in den Nebenorganen (Parovarium, gestielte Hydatide, Uterus masculinus) noch nicht erklärt, denn s viel geht wenigstens aus meinen Untersuchungen hervor, dass v der Umbildung des Wolff'schen Körpers zum Ne[illegible]odenko das Urogenitalsystem des Embryo keine Flimmerbew[illegible]zeig

Flimmerbewegung.

Es ist bisher nur gelegentlich davon die Rede[illegible], d nicht allein die Cilien, sondern auch die Bewegun[illegible]n obachtet wurde. Dass die haarförmigen Fortsätze [illegible]pi lialzellen im Nebenhoden des Menschen als Flimm[illegible] ten wären, konnte zwar von vornhe[illegible] durch A Form geschlossen werden, doch wa[illegible]on Int nomen selbst wenigstens an Thiere[illegible]eobac ein Stück von einem conus vascul[illegible]glich weder ohne allen Zusatz oder mit [illegible]von chel unter das Mikroskop, so ist e[illegible] die die Wand des Gefässes im Inner[illegible] an i

zellen in Bewegung zu sehen. Auf dieselbe Weise verfährt man mit dem Parovarium, während man an jungen Thieren die Tuba nur aufzuschneiden und von der Fläche zu betrachten braucht, von den Fimbrien aber ein abgeschnittenes Stück ohne Weiteres unter das Mikroskop gelegt werden kann. So gelang es, die Cilien in Bewegung zu sehen an den Fimbrien, in der Tuba und dem Uterus einer Stute, an den Fimbrien und in der Tuba sowohl ganz junger, als auch schwangerer Kaninchen. Im Nebenhodenkopfe wurde die Flimmerbewegung gesehen ausser in den schon genannten Vögeln in den coni vasculosi bei Kaninchen und einem jungen Kater vor der Geschlechtsreife, sowie beim erwachsenen Hund und Stier.

Die Bewegung hört schneller auf an einem abgelösten Stück, als an der Schleimhaut, welche mit dem ganzen Organe noch in Verbindung ist. Die Dauer dieser Bewegung nach dem Tode des Thieres ist verschieden nach der Gattung desselben. An Hunden überdauerte sie den Tod nicht über eine Stunde, bei Kaninchen und Katzen dagegen bis zum andern Tage. Ueberraschend war aber, in dem Nebenhoden eines Stieres, der am Morgen des April g[illegible]chtet war, noch am 18. April, also am 8. Tage, [illegible]vohl die weitest gehende Beobachtung, die in [illegible]n Säugethieren gemacht wurde), Flimmerbe[illegible]ffen. Die Hoden wurden im Eiskeller aufbe[illegible] auf einige Stunden, der Untersuchung wegen, [illegible]bracht und in der Wärme untersucht. Es ist [illegible]würdiger, als Gerlach z. B. behauptet, dass [illegible]eratur von + 6° C. die Flimmerbewegung bei [illegible]e. Doch liesse sich der scheinbare Widerspruch [illegible], dass man annimmt, die Bewegung sei durch [illegible] gehemmt, durch den Uebergang in die Wärme [illegible]vorgerufen worden. Die Kälte würde dann die [illegible]eit nicht vernichten, sondern den Vorrath an Kraft [illegible]intretende, der Bewegung günstige Bedingungen

zu sein. Dennoch wäre es absurd zu glauben, dass das Flimmerepithel im Augenblick der Geburt plötzlich hervorspriesst, dennoch wäre es absurd zu zweifeln, dass die Ausführungsgänge der Generationsdrüsen, seien sie aus dem Wolff'schen Körper, oder seien sie aus dem Müller'schen Faden hervorgegangen, schon im Embryo mit Flimmerepithel ausgekleidet sind. Nur weil mir die Gelegenheit fehlt, selber Kaninchen zu halten und die Zeit der Begattung zu beobachten, nur weil ich eingesehen habe, wie unsicher man geht, wenn man sich auf fremde Angaben in solchen Dingen verlassen muss, begnüge ich mich damit, mit Bestimmtheit vorauszusagen, dass man im Geschlechtsapparate von Säugethierembryonen Flimmerepithel finden wird, sobald man dieselben aus den letzten Tagen vor der Geburt erhält. Wo die Beobachtung sprechen muss, ist es überflüssig eine Vermuthung darüber zu äussern, bei welchem Grade der Ausbildung der Generationsdrüsen dasselbe zuerst auftritt. Damit wäre freilich das Flimmerepithel in den Nebenorganen (Parovarium, gestielte Hydatide, Uterus masculinus) noch nicht erklärt, denn so viel geht wenigstens aus meinen Untersuchungen hervor, dass vor der Umbildung des Wolff'schen Körpers zum Nebenhodenkopf das Urogenitalsystem des Embryo keine Flimmerbewegung zeigt.

Flimmerbewegung.

Es ist bisher nur gelegentlich davon die Rede gewesen, dass nicht allein die Cilien, sondern auch die Bewegung derselben beobachtet wurde. Dass die haarförmigen Fortsätze an den Epithelialzellen im Nebenhoden des Menschen als Flimmercilien zu deuten wären, konnte zwar von vornherein durch Analogie aus der Form geschlossen werden, doch war es von Interesse, das Phänomen selbst wenigstens an Thieren zu beobachten. Legt man ein Stück von einem conus vasculosus möglichst unverletzt entweder ohne allen Zusatz oder mit Zusatz von Eiweiss oder Speichel unter das Mikroskop, so ist es leicht, die Cilien theils durch die Wand des Gefässes im Innern, theils an isolirten Epithelial-

zellen in Bewegung zu sehen. Auf dieselbe Weise verfährt man mit dem Parovarium, während man an jungen Thieren die Tuba nur aufzuschneiden und von der Fläche zu betrachten braucht, von den Fimbrien aber ein abgeschnittenes Stück ohne Weiteres unter das Mikroskop gelegt werden kann. So gelang es, die Cilien in Bewegung zu sehen an den Fimbrien, in der Tuba und dem Uterus einer Stute, an den Fimbrien und in der Tuba sowohl ganz junger, als auch schwangerer Kaninchen. Im Nebenhodenkopfe wurde die Flimmerbewegung gesehen ausser in den schon genannten Vögeln in den coni vasculosi bei Kaninchen und einem jungen Kater vor der Geschlechtsreife, sowie beim erwachsenen Hund und Stier.

Die Bewegung hört schneller auf an einem abgelösten Stück, als an der Schleimhaut, welche mit dem ganzen Organe noch in Verbindung ist. Die Dauer dieser Bewegung nach dem Tode des Thieres ist verschieden nach der Gattung desselben. An Hunden überdauerte sie den Tod nicht über eine Stunde, bei Kaninchen und Katzen dagegen bis zum andern Tage. Ueberraschend war es aber, in dem Nebenhoden eines Stieres, der am Morgen des 11. April geschlachtet war, noch am 18. April, also am 8. Tage, Nachmittags (wohl die weitest gehende Beobachtung, die in dieser Beziehung an Säugethieren gemacht wurde), Flimmerbewegung anzutreffen. Die Hoden wurden im Eiskeller aufbewahrt, aber täglich auf einige Stunden, der Untersuchung wegen, in die Wärme gebracht und in der Wärme untersucht. Es ist dies um so merkwürdiger, als Gerlach z. B. behauptet, dass schon eine Temperatur von + 6° C. die Flimmerbewegung bei Kaninchen aufhebe. Doch liesse sich der scheinbare Widerspruch vielleicht so lösen, dass man annimmt, die Bewegung sei durch die Kälte wirklich gehemmt, durch den Uebergang in die Wärme aber wieder hervorgerufen worden. Die Kälte würde dann die Bewegungsfähigkeit nicht vernichten, sondern den Vorrath an Kraft nur für wieder eintretende, der Bewegung günstige Bedingungen aufsparen.

Die Bewegung der langen Cilien des Epithel im Nebenhodenkanal konnte nur an Hunden beobachtet werden. Doch ist diese Beobachtung deshalb nur um so wichtiger.

Nach dem Vorstehenden konnte nicht mehr daran gezweifelt werden, dass das gleiche Epithel aus menschlichen Leichen im Leben auch gleiche Function habe. Dennoch erfreute mich das Zusammentreffen von Umständen, welches mir Gelegenheit bot, das Phänomen der Flimmerbewegung auch in einem menschlichen Nebenhoden zu beobachten. Am 18. Juni wurde auf der Klinik des Professor von Dumreicher einem 42jährigen Manne der linke Hoden, dessen vordere untere Partie durch Faserkrebs zerstört war, exstirpirt. Durch die Güte des Assistenten, des Herrn Dr. Dittel, erhielt ich ein Stück des Hoden und Nebenhoden zur Untersuchung. Was vom Hoden selber noch vorhanden war, war durch Bindegewebsneubildung zwischen den Samenkanälchen verdichtet, die Samenkanälchen enthielten keine Spur von Samenzellen. Der Kopf des Nebenhoden zeigte grösstentheils jene an so vielen Hoden schon beobachtete schwärzliche Färbung, welche von Fettkügelchen in den Epithelialzellen herzurühren scheint. Die Cilien derselben, sowie die in den wenigen coni, die ihre normale gelbröthliche Färbung hatten, waren wohl erhalten und zeigten das Phänomen der Flimmerbewegung noch 2 Stunden nach der Exstirpation. Es ist wichtig für mich, dass ich für diese seltene Beobachtung das Zeugniss meines hochverehrten Lehrers, des Herrn Professor Brücke, anführen kann.

Die Flimmerbewegung in den coni vasculosi ist eine höchst eigenthümliche. Was man unterscheiden kann, ist Folgendes. Man sieht die Cilien in ungleichen Zeiten sich beugen und aufrichten, gleichzeitig aber eine Welle an der Cilie entlang laufen, so dass jede Cilie für sich peitschenförmig gebogen zu sein scheint. Ist die Bewegung noch lebhaft, so tritt die wellenförmige Beugung, ist sie langsamer geworden, das Umbeugen der ganzen Cilie weniger in die Erscheinung. Man kann also die Bewegung betrachten, wie eine Combination des motus uncinatus und des motus

serpentinus, welche Valentin unterscheidet, und könnte sie motus flagelliformis nennen. Auffallend ist die Länge der Cilien in Kanälen, die so eng sind, dass die Cilien sich in jungen Geschöpfen berühren würden, wenn sie in der Ruhe gestreckt stehen. Nirgends leichter, als hier kann man sich davon überzeugen, dass durch das Schlagen der Cilien in dem Kanale ein Strom erregt wird. Die Wände sind z. B. beim Stier so durchsichtig, dass man die Flimmerbewegung sieht, und an den Samenfäden hat man so ausgezeichnete Objecte, dass man nicht irren kann, wenn man behauptet, dieselben würden durch die Flimmerbewegung in bestimmter Richtung fortgeführt. Damit überhaupt ein Strom in einer Richtung erregt werden kann, müssen die Cilien nach einer Richtung stärker schlagen, als nach der andern, also schneller sich beugen, als aufrichten. Ist aber der Strom einmal erregt, so kann er die Beugung befördern, muss aber dem Aufrichten Widerstand entgegensetzen und kann so bei seiner gegen die Mitte des Kanals zunehmenden Geschwindigkeit Veranlassung werden zu dem Stosse, der die wellenförmige Biegung der einzelnen Cilien hervorruft.

Obwohl man von vornherein vermuthen wird, dass dieser Strom vom Hoden gegen die Samenblasen hin gerichtet sei, kann man bei einiger Vorsicht und Aufmerksamkeit im Präpariren sich merken, welches Ende eines Stückes von einem Ausführungsgang im Thiere gegen den Hoden und welches gegen das vas deferens gerichtet war, und sich ohne weitere Mühe von der Richtigkeit jener Vermuthung überzeugen. Eine Beobachtung, die ich an jungen Kaninchen gemacht habe, scheint darauf hinzudeuten, dass der Strom in den coni vasculosi und dem Anfang des Nebenhodenkanals nicht parallel der Längsachse der Gefässe, sondern seine Windungen mitmachend, spiralig verläuft. An ziemlich groben Schnitten durch den ganzen Nebenhoden trifft es sich immer, dass man in einige Kanälchen in der Richtung ihrer Längsachse hineinsehen kann. Mehrere Male sah man in diesen den Inhalt kreisförmig rotiren, während man daneben in andern, in

VI.

Ueber die Aufsaugung von Fett in dem Darmkanal.

Von

F. C. Donders.

(Aus dem „Nederlandsch Lancet“ vom Verfasser mitgetheilt.)

Seitdem ich einige Untersuchungen über die Aufsaugung von Fett im Darmkanal veröffentlicht habe, liessen Anatomen und Physiologen es sich angelegen sein, über diesen Gegenstand mehr Licht zu verbreiten. Ich, meinerseits, habe mich bemüht, die Erfahrungen Anderer zu prüfen, und es schien mir nicht ganz nutzlos, die wichtige Frage noch einmal zu besprechen, um die zahlreichen Untersuchungen der letzteren Zeit übersichtlich zu sammenzustellen und meine Ansicht über die Ergebnisse derselben daran zu knüpfen.

Hinsichtlich der Bedeutung der Verdauungssäfte für die Aufnahme des Fetts herrscht unter den Physiologen eine gewünschte Uebereinstimmung. Bernard's Behauptung, dass der Bauchspeichel als solcher die erste Stelle einnimmt, ist von allen Seiten bekämpft worden, und es liegt ein Ueberfluss an bestimmten Beweisen vor, dass der Bauchspeichel in dieser Rücksicht der Galle weichen muss. Ohne Bauchspeichel kann die Aufsaugung von Fett kräftig erfolgen, wenn aber die Galle durch eine Fistel abfliesst, dann wird der grösste Theil des genossenen Fetts im

Kothe wiedergefunden. Daher rührt die Gefrässigkeit der Thiere, bei denen eine künstliche Gallenfistel angelegt wurde: bei dem Ausfall der Galle und des Fetts ihrer Nahrung, gehen sie, wenn nicht ein Ueberfluss von anderen Nahrungsstoffen gereicht wird, an Inanition zu Grunde.

Eine andere Frage ist es, in welcher Weise Galle und Bauchspeichel den Uebergang des Fetts in die Gefässe vermitteln.

Zunächst steht es fest, dass das Fett nur in sehr fein vertheiltem Zustande aufgenommen werden kann. Auf geradem Wege lässt sich die Ueberzeugung gewinnen, dass es nur in der Gestalt ganz feiner Tröpfchen in die Epitheliumzellen eindringt, welche die Zotten bekleiden, dass es in der gleichen Form im Parenchym der Flocken und in den Chylusgefässen selbst angetroffen wird. Ohne jegliche chemische Untersuchungen sieht man das Fett in diesem Zustande feiner Molecüle und kann es auf dem Wege aus der Nahrung ins Blut mit alleiniger Hülfe des Mikroskops verfolgen. Galle und Bauchspeichel, von der Bewegung und der Ausbreitung auf der Darmschleimhaut unterstützt, besitzen die Fähigkeit, das Fett fein zu vertheilen oder es in eine Emulsion zu verwandeln, und in dieser Gestalt wird es der Schleimhaut dargeboten. Diese feine Vertheilung ist das erste Erforderniss. Wir haben Oel in eine an beiden Seiten unterbundene Darmschlinge eines Kaninchens eingespritzt, und diese für mehr als zwei Stunden wieder in die Bauchhöhle zurückgeschoben. Beim Herausziehen der unterbundenen Schlinge ergab sich, dass der Kreislauf und die Wärme in ihr nicht gestört waren, und dennoch hatte sich keine oder nur eine geringe Aufsaugung von Fett ereignet. Wird das Fett erst in eine Emulsion verwandelt und dann in eine solche Schlinge eingespritzt, dann erfolgt die Aufnahme, wie zahlreiche Versuche gelehrt haben, alsbald mit grosser Lebhaftigkeit. Galle und Bauchspeichel wirken aber beide noch auf andere Weise. Was jene betrifft, so haben die Untersuchungen Von Wistingshausen's gelehrt, dass das Eindringen von Fett in thierische Häute (er benützte die Darmwände) durch Tränkung

der Haut mit Galle gefördert wird, was sich auf mechanische Weise erklären lässt. Dieses Ergebniss findet Anwendung auf den lebenden Darmkanal. Und rücksichtlich des Bauchspeichels weiss man aus den Untersuchungen von Bernard und Lassaigne, dass er, so lange seine alkalische Reaction fortbesteht, rasch die Verseifung des Fetts veranlasst. Diese Wirkung nun muss in den tieferen Theilen des Dünndarmes stattfinden, wo die saure Reaction in eine alkalische übergegangen ist, und mir will es scheinen, als müsste dem Eintritt des hier verseiften Fetts in die Blutgefässe der Fettreichthum des Pfortaderblutes zugeschrieben werden.

Ein Paar Jahre ist es her, dass man kaum an die Möglichkeit dachte, die Epitheliumzellen, welche den Darmkanal bekleiden, könnten möglicher Weise nicht geschlossen sein. Die Analogie mit andern Zellen schien eine solche Auffassung von vornherein auszuschliessen. Indess auch bei dieser Vorstellung stand der Erklärung der Fettaufsaugung keine wesentliche Schwierigkeit entgegen. Poren, so klein sie immer sein mochten, mussten auf jeden Fall vorhanden sein, und wenn die Vertheilung des Fetts nur so weit ging, dass schliesslich die Grösse der Molecüle derjenigen der Poren entsprach, so war die Aufnahme möglich. Deshalb schrieb ich anderswo: „Um sich eine richtige Vorstellung „von der Verdauung und der Aufsaugung der Fette zu bilden, be„halte man im Auge, dass man nicht weiss, wie weit die emul„girende Fähigkeit jener Säfte sich erstreckt und dass bei der „Möglichkeit, der Vertheilung des Fetts in immer kleinere Kügel„chen bis zu solchen von $^1/_{1000}$ Mm. im Durchmesser zu folgen, „kein Grund vorliegt, eine noch weiter gehende Vertheilung für „umöglich oder auch nur für unwahrscheinlich zu halten, — so „dass man schliesslich bei Tröpfchen anlangte, die nicht grösser „wären, als die niemals beobachteten, aber von Niemandem be„strittenen Poren der thierischen Häutchen. Und sollten denn „solche Fetttheilchen nicht, wie durch ein Filter, mitgerissen wer„den, wenn das Wasser mit allerlei gelösten Stoffen, jene Häut-

„chen durchsetzt? — Mich däucht, diese einfache und natürliche „Vorstellung muss uns vor der Hand befriedigen.“ *)

An dem Rande einer abgeschnittenen Darmzotte sieht man unter dem Mikroskop einen Ueberzug von dem ziemlich langen Cylinder-Epithel, das an seiner freien Oberfläche von einem mässig breiten, hellen Saum begrenzt ist. An der Grundfläche der abgelösten Epitheliumzellen ist dieser breite Saum gleichfalls sichtbar. Kölliker und Andere hielten diesen Saum für eine Folge der Eindringung von Wasser, wodurch eine sehr dünne Haut sich von dem Inhalt abheben sollte. Ich fand, dass dieser Saum ursprünglich vorhanden ist und demzufolge als eine dicke Zellwand angesehen werden muss, womit jetzt auch Kölliker einverstanden ist.

Kurze Zeit nach meinen Mittheilungen in der Utrechter Gesellschaft**) theilte mir Brücke seine Ansicht mit, dass die Zellen des Darmkanals an der freien Oberfläche nicht durch ein Häutchen, sondern durch einen Schleimpfropf verschlossen seien. Diese kühne Vorstellung hat mich für einen Augenblick irre gemacht. Ich erwog, dass die einseitige Verdickung als eigenthümliche Abweichung, die ich an der Wand der Epitheliumzellen beobachtet hatte, beinahe weniger auffallend sein würde, wenn sie durch einen festen Schleimpfropf gebildet wäre, und dass zugleich das leichte Auftreten von kugelförmig abgeschnürten Schleimcylindern an der Oberfläche mit Wasser behandelter Epitheliumzellen, worauf ich gerade aufmerksam gemacht hatte, darin seine Erklärung finden würde. Andererseits verhehlte ich mir nicht, dass man in diesem Falle bei stattfindender Aufsaugung Fetttröpfchen in dem breiten hellen Saume sehen müsste, und da ich diese nicht fand, so liess ich mein Urtheil noch einige Zeit in der Schwebe. Andere beobachteten nicht dieselbe Vorsicht. Man darf

*) F. C. Donders, die Nahrungsstoffe. Aus dem Holländischen übersetzt von Bergrath, Crefeld 1853. S. 28.

**) Vgl. Nederlandsch Lancet, 3. Serie, II. S. 548.

sagen, dass von allen Seiten der Brücke'schen Ansicht widersprochen wurde, und es konnte fast scheinen, als sei man im Begriff, die Zeitrechnung so weit aus den Augen zu lassen, dass man die Frage aufwarf, ob man an die offenen Zellen glaubte oder nicht. Nur Moleschott*) schloss sich Brücke an, und zwar indem er sich auf Versuche stützte, denen jedenfalls ein sehr glücklicher Gedanke zu Grunde lag. Wenn die Zellen offen sind, so schloss Moleschott, dann werden auch kleine feste Molecüle, für welche sich eine fast unendliche Vertheilung annehmen lässt, eindringen können. Marfels und Moleschott versuchten dies mit Pigmentkörnchen und mit Blutkörperchen zu erreichen. Hammelsblut — bisweilen auch Ochsenblut — wurde bei einer grossen Anzahl von Fröschen in den Magen eingespritzt, und viermal gelang es, Hammelsblutkörperchen innerhalb der Blutgefässe des Gekröses wahrzunehmen. Sechszehn Mal wurden Hammelsblutkörperchen in dem Herzblut von Fröschen gefunden, in einzelnen Fällen zahlreicher als die farbigen Blutkörperchen des Frosches. In mehr als der Hälfte aller Fälle wurde indess ein ganz negatives Resultat erhalten, zumal mit den Blutkörperchen des Ochsen, die etwas grösser sind als die des Schaafs. Auf gleiche Weise wurden Pigmentkörnchen, theils vereinzelt, theils zu kleinen Gruppen verbunden, in dem kreisenden Blut des Gekröses und in dem Herzblut angetroffen. Ferner wollten Marfels und Moleschott die Pigmentkörperchen in den kegelförmigen Zellen des Magens und Darmkanals sechsmal mit vollkommener Sicherheit gesehen haben. Dasselbe haben sie in dem todten Darm von Säugethieren gefunden. Ein etwa 15 Centimeter langes, ganz frisches Darmstück wurde an der einen Seite unterbunden, an der andern mittelst eines durchbohrten Korks, in welchem eine Glasröhre befestigt war, abgesperrt. Durch diese Röhre wurde eine Kochsalzlösung, der Augenpigment beigemischt war, eingegossen und die gläserne Röhre so hoch damit angefüllt, dass ein

*) Wiener medicinische Wochenschrift, 1854, Nr. 52.

Druck von 9 bis 10 Centimetern Quecksilber auf dem Darm lastete. In den Zellen wurden die Pigmentkörnchen bald oberhalb, bald unterhalb des Kerns gefunden. Selbst ohne erhöhten Druck und ohne erhöhte Wärme wurde später der Uebergang von Pigmentkörnchen bis in die Zotten beobachtet, ohne dass sie in den Epitheliumzellen angetroffen wurden. Endlich wollen Marfels und Moleschott Pigmentkörnchen in den Chylusgefässen des Hundes gefunden haben. Drei Hunde wurden mehre Tage nach einander mit Milch und Fleisch, denen sehr viel Augenpigment zugesetzt war, gefüttert, und drei bis vier Stunden nach dem Genuss der letzten Nahrung getödtet. Bei zweien dieser Thiere wurden Pigmentkörnchen, zum Theil zu Gruppen verbunden, sowohl in den Milchsaftgefässen des Gekröses, als in dem Milchbrustgang angetroffen.

Moleschott glaubte, dass diese Versuche die Streitfrage zwischen Brücke und seinen Widersachern entschieden hätten. Funke*) ist jedoch kräftig dagegen aufgetreten. „Grade diese „Versuche von Marfels und Moleschott", sagt er, „waren es, „welche, weit entfernt, mich von der Richtigkeit jener Lehre zu „überzeugen, mich auf einen experimentellen Weg hinwiesen, auf „welchem ich eine leichtere Entscheidung der Frage, ob die Fett„tröpfchen auf endosmotischem Wege durch geschlossene Zellen, „oder mechanisch durch mit Schleimpfröpfchen ausgestopfte offene „Zellen in das Zottenparenchym gelangen, zu erhalten hoffen „durfte." Dieser Weg nun besteht darin, dass er untersuchte, ob solche Fette, die sich bei dem Wärmegrad des Körpers nicht verflüssigen, nachdem sie in fein vertheilten Zustand übergeführt sind, aufgenommen werden oder nicht. Er verwendete bei seinen Versuchen Wachs und Stearin, welches bei 61° C. schmolz und bei 57° bis 58° C. wieder erstarrte. Er bereitete daraus eine Emulsion, indem er das Wachs oder den Talgstoff mit einer Gummilösung kochte und dann bis zur Abkühlung schüttelte. Die

*) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. VII, S. 315.

Mischung wurde in eine Darmschlinge eingespritzt und 1 bis 4 Stunden darauf die Schleimhaut untersucht.

Von einer Anfüllung der Zellen oder des Zellenparenchyms mit aufgesogenen Wachsmolecülen war nirgends eine Spur zu sehen. Ebenso verneinend waren die Ergebnisse, als eine ähnliche Emulsion, die einmal überdies mit Karminmolecülen vermischt war, in den Darm eingespritzt oder durch den Schlund eingegossen wurde. Mit Stearin erhielt Funke denselben Bescheid wie mit Wachs. Als er jedoch das Fett von Stearinlichtern nahm, dessen Schmelzpunkt zwischen 39 und 40° C. lag, waren die Epitheliumzellen ganz vollständig angefüllt. Funke hebt weiter hervor, dass man, falls feste Molecüle regelmässig aufgenommen würden, stets eine Anzahl der in den Darmkanal eingeführten Formbestandtheile, bei Pflanzenfressern z. B. wachsartige Chlorophyllkörnchen, in den Epitheliumzellen und den Zotten finden müsste.

Bei diesen Untersuchungen richtete Funke auf's Neue seine Aufmerksamkeit auf die Epithelzellen des Dünndarms, und entdeckte dabei eine Eigenthümlichkeit in der verdickten freien Wand, welche sehr wichtig zu sein scheint. Bei drei Kaninchen sah die ganze Schleimhaut des Darms so aus, als wären die Zotten mit dem schönsten Flimmerepithel bekleidet. Der breite Saum der Epitheliumzellen zeigte nämlich einige scharf begrenzte, nahe beisammen stehende dunkle Querstreifen, durch helle Zwischenräume von einander getrennt, die einander parallel von dem inneren Umriss des Saumes nach dem äusseren verliefen. Auf gleiche Weise verhielten sich die abgelösten Epitheliumzellen, und an einigen wurde sogar ein Bündel auseinander weichender blasser Stäbchen oder Härchen wahrgenommen, deren Spitzen deutlich von einander getrennt waren. Auf der Oberfläche gesehen, erschienen sie als Pünktchen. Ueber ihre Bedeutung wagt er keinen Ausspruch. Er hat jedoch daran gedacht, dass es Porenkanälchen sein könnten, nur hält er es für voreilig, sie dafür auszugeben.

Unabhängig von Funke machte Kölliker dieselbe Entdeckung.*) Dieser vortreffliche Histologe weist zunächst auf den ursprünglich vorhandenen dicken Saum an der freien Oberfläche der Epithelzellen hin, von welchem er jetzt auch erkennt, dass er nicht durch eindringendes Wasser erzeugt wird, und er verfolgt dann genauer, als es bisher geschehen war, die Veränderungen, welche ziemlich frische, abgelöste Epitheliumzellen unter der Einwirkung von Wasser und verdünnten Salzlösungen erleiden. Er zeigt, dass das Wasser sich zwischen dem umhüllenden Häutchen und dem Inhalt, der auf einen kleinen Raum zusammengedrängt wird, ansammeln kann, wodurch die Zellen sogar die Form von Kugeln annehmen können. Dabei sieht man dann noch die dicke Wand der freien Oberfläche, welche das eingedrungene Wasser einschliessen hilft. Wenn dies schon hinreicht, um die Anwesenheit eines Zellenhäutchens überzeugend darzuthun, so muss nach Kölliker jeder Zweifel fallen, wenn man den eigenthümlichen Bau der verdickten Zellwand an der freien Oberfläche der Epitheliumzellen betrachtet. „Untersucht man nämlich die „Epithelzellen einzeln oder im Ganzen mit einer guten, starken „Vergrösserung“ — so fährt er fort — „so sieht man in vielen „Fällen die freie Wand der Zellen durch feine Linien be„zeichnet, welche eine dicht neben der anderen und senkrecht „dieselbe in ihrer ganzen Dicke durchsetzen und eine feine Quer„streifung des Epitheliumsaumes bedingen.“ Kölliker dachte dabei, gleich Funke, auf der Stelle an Poren, und ohne dass er eine bestimmte Ueberzeugung gewinnen konnte, ist doch so viel klar, dass er mehr als Funke zu ihrer Annahme hinneigt. Er schätzt den Durchmesser der Streifen auf nicht mehr als 0,0001 bis 0,0002‴. In verdünnten Salzlösungen quillt der Saum der Zellen bis zu der Dicke von 0,001 bis 0,0015‴ auf, ohne dass ein Theil des Inhalts austritt, und die Streifen treten dabei deut-

*) Verhandlungen der Physikalisch-Medicinischen Gesellschaft zu Würzburg, Bd. VI. S. 253.

licher zum Vorschein, wobei die Oberfläche ein fein gezähneltes Ansehen gewinnt, indem einem jeden dunklen Strichelchen des Saumes eine leichte Kerbe entspricht, was auf Kanälchen hinzuweisen scheint. Ebenso wie Funke vergleicht Kölliker dieses Ansehen mit Flimmerepithelium, worüber bereits bei Gruby und Delafond ein Wink vorkommt. In reinem Wasser sah Kölliker bisweilen im Saum einige tiefere und weitere Spalten entstehen, wobei die Wand bersten und der Inhalt sich entleeren kann. Endlich löst sich der Saum an der Aussenseite mehr und mehr auf, und die zuletzt übrig bleibende Lage verschwindet zugleich mit der übrigen Zellwand. In derselben Weise wie Funke beschreibt Kölliker die dunklen Punkte auf der Oberfläche der Zellwand; bisweilen hatten diese Pünktchen das Ansehen kleiner Löchelchen.

Die Bedeutung des gestreiften Saumes scheint dadurch erhöht zu werden, dass Kölliker ihn beim Kaninchen nur an den Epitheliumzellen des Dünndarms vorfand. Kölliker vergewisserte sich bei vielen anderen Thieren eines ähnlichen Baues der Epitheliumzellen, wie beim Kaninchen, ob er gleich nicht bei allen dieselbe Deutlichkeit beobachtete. Bei Hunden und Katzen wurde ein solcher Saum auch im Dickdarm gesehen.

Um wo möglich die Sache besser zu beleuchten, untersuchte Kölliker von Neuem die Fettaufsaugung, indem er bei Kaninchen in Darmschlingen Oel einspritzte. Er achtete namentlich darauf, ob in dem hellen Saum der Epitheliumzellen auch Fetttröpfchen zu sehen sind, ein Punkt, auf den ich schon früher meine Untersuchungen gerichtet hatte.*) Das Ergebniss war verneinend, was, wie Kölliker bemerkt, bei der Feinheit der Kanälchen nicht auffallen kann. Inzwischen kommt er jetzt auch zu der Ueberzeugung, dass das Fett nur in unmessbar kleinen Tröpfchen in die Epitheliumzellen eindringt, um erst in den Zellen, sogar auch nach dem Tode, zu grösseren Kügelchen zusammen-

*) Nederl. Lancet, 3. Serie, II. S. 548.

zufliessen. Solche Körnchen fand er in lebhafter Molecularbewegung an der äusseren Oberfläche, zumal an den Spitzen der Zotten; und ohne Ausnahme fand er sie gleichfalls in Epitheliumzellen dem hellen Saume angrenzend. Diese Körnchen sind auf jeden Fall klein genug, um durch den Saum hindurchzudringen, wenn die darin vorhandenen Strichelchen Porenkanäle sind. — Was bei dem Kaninchen misslungen war, schien bei der Taube zur Beobachtung zu kommen, dass nämlich in dem verdickten Saum Fettmolecüle vorhanden waren. Bei dem Frosche und bei Bufo variegatus wurde hinsichtlich der Fettaufsaugung dasselbe gesehen wie beim Kaninchen.

Blicken wir auf die hier mitgetheilten Untersuchungen zurück, dann ergiebt sich: 1) dass hinsichtlich des Eintritts von Molecülen in die Epitheliumzellen die Ergebnisse von Marfels und Moleschott denen von Funke schnurstracks entgegenstehen; 2) dass Kölliker und Funke, unabhängig von einander, eine Eigenthümlichkeit im Bau der Epitheliumzellen beobachtet haben, die, statt einer einzigen, viele kleine Oeffnungen in den Epitheliumzellen voraussetzen lässt und deshalb vielleicht dazu geeignet ist, den Streit zwischen Brücke und seinen Gegnern friedlich auszugleichen.

Der Gegenstand hatte schon früher meine Aufmerksamkeit zu sehr in Anspruch genommen, um ihn nicht jetzt wieder aufzugreifen.

Was die Untersuchungen von Marfels und Moleschott betrifft, so bin ich der Meinung, dass der Eintritt von grossen Molecülen, wie die Blutkörperchen, zu viel, und dadurch für die Frage, die uns beschäftigt, nichts beweist. Nach dem Beispiel von Anderen habe ich früher mit Alderts Mensonides eine Reihe von Versuchen über die sogenannte Aufsaugung fester Molecüle angestellt. *) Wir haben uns damals überzeugt, dass nicht bloss feine Kohlentheilchen, sondern auch harte Stärkmehlkörner (die letzteren bei Fröschen) bis in das Blut eindringen

*) Nederlandsch Lancet, 2. Serie, IV. S. 141.

können; allein wir waren weit entfernt, daran zu glauben, dass diese durch die Epitheliumzellen hindurchgehen könnten, oder vielmehr wir hielten die Unmöglichkeit dieses Vorgangs für ausgemacht. Denn die eingetretenen Molecüle übertrafen den Durchmesser der Epitheliumzellen bedeutend.

Darum darf man sich, wie mir scheint, auf frühere Versuche über das Eindringen fester Molecüle nicht zur Begründung von Brücke's Lehre über den Bau der Epitheliumzellen und den Eintritt des Fettes berufen.

Ein Gleiches glaube ich auf die Blutkörperchen anwenden zu dürfen, deren sich Marfels und Moleschott bedienten. Zwar wird der Durchmesser der Blutkörperchen durch den der freien Oberfläche der Epitheliumzellen übertroffen, allein es steht fest, dass die den Zotten aufsitzenden Spitzen keine so grossen Oeffnungen haben, und zweifellos würden solche Oeffnungen auch in der die Zotten begrenzenden Haut gesehen werden, wenn sie dort vorhanden wären.

Das Ergebniss von Marfels und Moleschott ist indess an und für sich keineswegs unwichtig, und wir haben uns deshalb beeifert, ihre Versuche zu wiederholen. Moleschott warnt vor einem übereilten Schluss aus verneinenden Ergebnissen, und fordert mit Recht, dass die Versuche öfters angestellt werden. Allein auch bei vielfacher Wiederholung haben wir keinen bejahenden Erfolg erzielen können. Bis zu 3 Malen wurde bei je 5 Fröschen Hammelsblut in den Magen geführt und bisweilen die Einspritzung wiederholt, zum Theil bei Fröschen, die lange gefastet hatten, zum Theil bei frisch gefangenen. Herr Gunning hat Stunden und Tage lang nach der Einspritzung den Kreislauf in den Schwimmhäuten, den er bisweilen künstlich verzögerte, bei einigen auch den Kreislauf im Gekröse, bei allen schliesslich das Blut des Herzens und anderer Theile, jedesmal unter meiner Bestätigung, untersucht, ohne ein einziges Hammelsblutkörperchen darunter finden zu können. Marfels und Moleschott sprechen indess ihr Ergebniss mit so vieler Ueberzeugung aus, und der

Ausspruch wurde noch kürzlich von Moleschott*) so nachdrücklich wiederholt, dass es fast vermessen sein würde, die Richtigkeit zu bezweifeln. Allein so viel dürfte doch aus unserer Untersuchung hervorgehen, dass eigenthümliche, noch unbekannte Bedingungen erforderlich sind, um Hammelsblutkörperchen in Froschblut überzuführen, mit Einem Worte, dass dieser Uebergang nicht als ein regelrechter Vorgang betrachtet werden kann.

Ohne Zweifel steht die Angabe, dass Pigmentkörnchen in die Epitheliumzellen eindringen, in einem näheren Zusammenhang mit Brücke's Lehre. Wir haben deshalb nicht verabsäumt, auch diese Versuche zu wiederholen; allein wir müssen wiederum bekennen, mit negativem oder doch sehr zweifelhaftem Erfolg. Zunächst haben wir (mit den Herren Gunning und Cnoop Coopmans) in Wasser sehr fein zerriebenes Pigment von Ochsenaugen bei einer Anzahl Frösche durch den Mund eingespritzt, das Verfahren bisweilen noch wiederholt, und die Untersuchung in gleicher Weise wie beim Hammelsblut geführt. Zwar glaubten die genannten Herren anfangs einzelne Pigmentkörnchen in den Epitheliumzellen des Darmkanals zu sehen, während im Darmkanal selbst eine reichliche Menge Pigment vorhanden war; allein bei einer genaueren Prüfung mit dem ausgezeichneten Mikroskope Kellner's konnte die eigenthümlich rothbraune Farbe in der Mitte der Pigmentmolecüle und die mehr oder weniger eckige Form an den in den Zellen vorkommenden Körnchen von uns nicht beobachtet werden. Auch in den Darmzotten und im Blut wurden sie nicht gesehen. Wir hatten in einzelnen Fällen Frösche benützt, die länger als 9 Monate gefastet hatten, weil wir hofften die Epitheliumzellen hier durchaus frei von stark lichtbrechenden Körnchen zu finden. Als sich auch hier einzelne zeigten, denen jedoch der Charakter von Pigmentmolecülen fehlte, untersuchten wir die Epitheliumzellen anderer, demselben Vorrath

*) Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere, herausgegeben von Jac. Moleschott, Frankfurt a. M. 1856, Bd. I. S. 56.

entnommener Frösche, und auch in diesen fehlten die Körnchen nicht ganz. — Keinen Stoff konnten wir so fein vertheilt bekommen, wie Indigo; die Molecüle massen nicht mehr als $^1/_{500}$ bis etwa $^1/_{5000}$ Mm. Wir haben sie Fröschen eingespritzt; 5 Tage später war der ganze Darm noch damit angefüllt. In den Epitheliumzellen konnten wir nicht ein einziges Indigokörnchen mit Bestimmtheit wahrnehmen. Ebenso verneinend war der Erfolg, nachdem wir Karmin eingespritzt hatten.

Wir haben uns indess bei diesen Versuchen nicht auf die Frösche beschränkt. Bei Kaninchen, die einige Tage gefastet hatten, wurde fein zerriebenes Pigment durch den Mund eingespritzt; Hunden wurde es eingegeben oder Tage lang des Fetts beraubte Augen gereicht. Während dieser Fütterungszeit wurde täglich der Lippe durch einen kleinen Einschnitt ein Tropfen Blut entnommen, allein das Ergebniss der Untersuchung war jedes Mal verneinend. Ebenso wenig konnten wir nach dem Tode in den Epitheliumzellen oder in den Zotten dieser Thiere mit Bestimmtheit ein Pigmentkörnchen entdecken, obwohl der Darmkanal reichlich damit versehen war.

Nach Funke's Beispiel haben wir auch Stearin angewandt. Der Schmelzpunkt des nahezu reinen Stoffs lag zwischen 58 und 60°. Eine Emulsion desselben, die mit Hülfe des arabischen Gummi's bereitet war, wurde bei Fröschen durch den Mund in den Magen gespritzt, Kaninchen entweder durch den Mund oder in eine Darmschlinge beigebracht, welche wieder in die Bauchhöhle zurückgeschoben wurde. Es hat sich gezeigt, dass die Beurtheilung des Thatbestandes die grösste Vorsicht erheischt. Bisweilen nämlich fanden sich in einzelnen Epitheliumzellen noch ein Paar Fettkörnchen, wenn die Thiere auch längere Zeit gefastet hatten, und es gab kein Mittel, dieselben von Stearinkörnchen zu unterscheiden. Es kam uns so vor, als wenn dieses Fett von Eingeweidewürmern, die im Darm zugegen waren, herrühren konnte. Dass wir keinenfalls berechtigt waren, sie von dem beigebrachten Stearin abzuleiten, lehrte die Gegenwart von einzelnen

Fetttröpfchen in einigen Epitheliumzellen von Thieren, die eben so lange gefastet und kein Stearin bekommen hatten.

Demnach sind alle unsere Versuche erfolglos geblieben. Wir haben uns niemals mit hinlänglicher Bestimmtheit überzeugen können, dass entweder feste Molecüle, oder bei dem Wärmegrad des Körpers nicht schmelzbare Fette bis in die Epitheliumzellen eingedrungen waren. Ohne die Möglichkeit eines solchen Uebergangs bestreiten zu wollen, halten wir denselben für zweifelhaft im höchsten Grade.

Von der eigenthümlichen Erscheinung, welche der verdickte Saum der Epitheliumzellen, nach der Entdeckung von Funke und Kölliker bisweilen darbietet, haben wir uns beim Kaninchen und beim Hunde überzeugt. Beim Frosch haben wir trotz wiederholter Versuche, selbst unter Anwendung verschiedener Reagentien, nicht mehr als ein zweifelhaftes Auftreten von Streifchen sehen können. Namentlich ist es uns aufgefallen, dass es sehr oft auch bei Kaninchen durchaus nicht gelingt, die Streifen deutlich zu sehen oder sie in irgend einer Weise zur Anschauung zu bringen, ohne dass es möglich war, einen Grund dafür aufzufinden. Nur die unebene franzenartige Beschaffenheit der freien Oberfläche, welche ich früher schon oft gesehen und einer beginnenden Auflösung zugeschrieben hatte, entwickelte sich immer einige Stunden nach dem Tode. In einigen Fällen dagegen war die Streifung ausserordentlich deutlich und auch ziemlich leicht die Punktirung auf der Oberfläche der Zellen zu sehen, und zwar beim Hunde in gleichmässiger Ausdehnung über der ganzen Darmwand. Der Beschreibung Kölliker's habe ich wenig hinzuzufügen. Ich will nur bemerken, dass die dunklen Linien mehrfach aus feinen Körnchen zu bestehen schienen, die nicht immer geradlinig an einander lagen, so dass man an die Querstreifen der Muskelprimitivbündel erinnert wurde, die in Folge einer Verschiebung der Primitivfibrillen von der geraden Linie abweichen; ferner, dass die körnigen Streifen bisweilen noch über den hellen Saum hinaus auf eine kurze Strecke in die Zelle selbst

hineinzuragen schienen. Zu entscheiden, ob es Kanälchen sind, wollte auch mir nicht gelingen. Versuche, durch auf einander folgende Einwirkung eines Eisensalzes und des Eisen- oder Schwefelcyankaliums einen Niederschlag in der Richtung der Streifen zu erzeugen, führten nicht zum Ziele. Dennoch habe ich den Eindruck gewonnen, als wenn es sich um Poren handelte. Ich glaube auch eine Thatsache dafür anführen zu können. Der Austritt von Schleim, der sich schliesslich in Kugelform abschnürt, wenn Wasser auf das Cylinderepithel einwirkt, ist jetzt allgemein bekannt. Diese Schleimkugeln erscheinen natürlich an der freien Oberfläche, so lange die Zellen noch an den Zotten haften. Ich habe mich indess überzeugt, dass sie auch aus den abgelösten Epithelzellen nur an der freien Oberfläche, das heisst am Saum der Basis der kegelförmigen Zelle zum Vorschein treten. Hier ist also die Wand, obgleich sie dicker ist, leichter zu durchdringen, und möge es immerhin wahr sein, dass solche Kugeln auch aus andern Zellen hervortreten, an denen keine Oeffnungen erkannt werden, man wird dennoch einräumen müssen, dass jener Umstand die Anwesenheit von Porenkanälchen in dem freien Saum ausserordentlich wahrscheinlich macht. Gerade dieser schnelle und leichte Austritt, welcher als eine Aufquellung des Schleims betrachtet werden kann, hatte mich anfangs einigermassen zu Brücke's Ansicht hingeneigt.

Hinsichtlich des Aufquellens der Epitheliumzellen in Wasser und verdünnten Salzlösungen kann ich Kölliker's Beobachtungen bestätigen. Sie können sich zu fast vollkommenen, hellen Kugeln aufblähen, in welchen der ursprüngliche körnige Zelleninhalt noch deutlich zu unterscheiden ist. Ich habe jedoch nicht gefunden, was Kölliker in seiner Fig. 7 abbildet, wo dieser Inhalt nach der ursprünglichen Spitze der Zelle zurückgedrängt und nur als eine Gruppe von Körnchen in der Umgebung des Kerns zurückgeblieben ist. Ueberall, wo der verdickte Saum noch beobachtet wurde, war die körnige Masse, bei Kaninchen wenigstens, mit demselben in Verbindung geblieben und erstreckte sich von dort

mehr oder minder weit, in der Regel der Wand der aufgequollenen Kugel anliegend und nach hinten sich verjüngend. Deshalb ist auch dieses Aufquellen kein zwingender Beweis gegen die Anwesenheit einer Oeffnung an der Basis der Zelle, welche durch den körnigen Inhalt verschlossen sein und also die Anschwellung der ganzen Zelle zu einer Kugel ermöglichen kann. Wohl aber beweist diese Anschwellung, bei welcher offenbar eine umgebende Hülle vorhanden ist, dass an der Spitze der kegelförmigen Zelle keine wirkliche Oeffnung sich vorfindet, und in sofern lässt sich, meines Erachtens, angesichts dieser einzigen Thatsache, Brücke's Lehre nicht aufrecht erhalten.

Bei meinen wiederholten Versuchen über die Aufsaugung gewöhnlichen Fetts habe ich jetzt, gerade so wie Kölliker, auch wieder nur unmessbar feine Kügelchen an der Innenfläche des Saums der Epitheliumzellen gesehen, was wohl beweist, dass das Fett nur in dieser höchst fein vertheilten Form eindringt. Insbesondere habe ich nun wieder meine Aufmerksamkeit darauf gerichtet, ob solche kleine Molecüle im Saum selbst vorkommen. Lange suchte ich, wie früher, vergebens. Allein es ist mir doch gelungen, sowohl beim Hund, wie beim Kaninchen, einzelne Male Molecüle in jenem Saum zu finden, welche ich mit Hülfe eines vortrefflichen Mikroskops nach ihrer ganzen Erscheinung und ihrer Form für nichts Anderes als Fettmolecüle halten konnte. Bemerkenswerth war es, dass mir dies nur in zwei Fällen gelang, in welchen das gestreifte Ansehen des Zellensaums recht deutlich war.

Wenn ich auf alle obigen Mittheilungen zurückblicke, dann kann ich nicht umhin, die Anwesenheit von Porenkanälen in der verdickten Wand der Epitheliumzellen für sehr wahrscheinlich zu halten. Um sich darüber eine feste Ueberzeugung zu verschaffen, scheinen mir bisher die Mittel zu fehlen. Dass nicht ein einfacher Schleimpfropf die Epitheliumzellen verschliesst, davon bin ich, mit Kölliker und Funke, überzeugt.

In der letzten Zeit ist mir ein Licht aufgegangen über die Art, auf welche grössere Formbestandtheile in die Darmzotten

eindringen, und zwar namentlich für die Eier von Eingeweidewürmern, die bei Kaninchen so häufig sind, und die ich auch in einer Kapsel eingeschlossen, in einem Hühnerei, an den Grenzen von Eiweiss und Dotter, gefunden habe. Zumal in dem untersten Theile des Ileum dringen solche Eier nicht selten in die Zotten ein. Indess, da meine Untersuchungen hierüber noch nicht zu einem ganz sichern Ergebniss geführt haben, so beabsichtige ich später darauf zurückzukommen.

VII.

Erneuter Beweis für das Eindringen von festen Körperchen in die kegelförmigen Zellen der Darmschleimhaut.

Von

Jac. Moleschott.

Die Nichterfolge der unter Donders' Leitung angestellten Untersuchungen *) zur Beantwortung der Frage, ob die kegelförmigen Zellen der Darmschleimhaut kleine feste Körperchen von messbarer Grösse, ohne zerrissen zu werden, einlassen können, haben mich veranlasst, die früher in Gemeinschaft mit Marfels vorgenommenen Versuche wieder aufzunehmen und vielfach abzuändern. Ich würde mich jedoch nicht zur vorläufigen Mittheilung der gewonnenen Ergebnisse entschliessen, wenn ich den verneinenden Aussagen von Donders nur bejahende Versicherungen entgegenzusetzen hätte, weil ich für mich der Ansicht bin, dass in solchen Dingen Eine Beobachtung, die etwas Bestimmtes ergiebt, tausend andere, die das Gesuchte vermissen liessen, aufwiegt. Dies war der Grund, warum ich nie erzählt habe, dass es mir in mehr als zwölf Versuchen nicht gelungen ist, Stärkmehlkörnchen, die ich in den Magen von Fröschen eingespritzt hatte, im Blute dieser Thiere wiederzufinden; denn Donders

*) Vgl. S. 113 des vorliegenden Bandes.

und Alderts Mensonides haben Stärkmehlkörperchen im Blut von Fröschen wiedergefunden, sie haben dieselben mehr als einmal gesehen; ich stehe deshalb nicht an, meinen erfolglosen Versuchen, und wenn ich sie vertausendfacht hätte, alle Beweiskraft abzusprechen, wenn sie der Behauptung, dass unter gewissen, nicht näher erörterten Umständen Stärkmehlkörperchen aus der Darmhöhle in den Blutstrom gelangen, gegenüberstehen. Nur Eines wird sich aus solchen erfolglosen Bemühungen immer schliessen lassen, dass das bejahende Ergebniss von gewissen Nebenbedingungen abhängt, und die Untersuchung wird im strengen Sinne erst dann als abgeschlossen betrachtet werden dürfen, wenn man diese Nebenbedingungen erkannt hat.

Für die Frage, ob das Fett bei der Verdauung gelöst durch eine feste Wand hindurchgeht oder in der Form zusammenhängender, wenn auch noch so kleiner Körnchen oder Tröpfchen durch einen weichen Verschluss hindurchgedrückt wird, müssen selbst wenige bejahende Versuche mit grösseren, messbaren Körnchen eine entscheidende Bedeutung haben. Ich habe zu diesen Versuchen mit Marfels Pigmentkörnchen — nicht Blutkörperchen — gewählt, weil ich natürlich von diesen kleineren Gebilden zuerst erwarten durfte, dass wir sie in den Schleimhautzellen antreffen würden. Es ging uns wie Donders und Mensonides mit der Kohle: „Mancher Versuch blieb fruchtlos, ohne dass wir „die Ursache davon errathen konnten.“ *) Aber wir suchten beharrlich fort, und so konnten wir schliesslich einen ähnlichen Ausspruch uns erlauben, wie Donders, wenn er sagt: „Schon früher habe ich bemerkt, dass wir wiederholt und bei verschiedenen „Thieren eifrig gesucht hatten, ohne dass es uns gelang, mit einiger Bestimmtheit Kohlentheilchen innerhalb der Blutgefässe „wahrzunehmen. Indess auch von dieser Seite durfte die Bestätigung nicht fehlen. Die ganze Untersuchung würde Misstrauen

*) „Menige poging bleef vruchteloos, zonder dat wij de oorzaak hiervan konden bevroeden.“ Donders, Nederlandsch Lancet, 2, Serie. IV, p. 155, 156.

„hinterlassen haben, wenn sie in diesem Punkte nicht befriedigt „hätte. Allein nachdem wir wiederholt geglaubt hatten, einzelne „schwarze Molecüle im Blutstrom zu sehen, hat dies Herr Men- „sonides in einem Falle so deutlich beobachtet, dass ihm aller „Zweifel entschwunden war.“ *) Auch Stärkmehl haben Donders und Mensonides einige Male vergeblich gesucht, aber dennoch schliesslich auf bejahende Beobachtungen den Satz gegründet, dass es gelungen sei, „den bestimmten Beweis zu liefern, dass nicht „nur Flüssigkeiten und gelöste Stoffe, sondern auch feste Theil- „chen aus dem Darmkanal in die Säfte des Körpers übergehen „und mit ihnen kreisen.“ **)

Die vielen fruchtlosen Versuche, die Andere mit uns in der obschwebenden Frage angestellt, hebe ich nur deshalb so nachdrücklich hervor, weil ich aus der Fassung mancher Einwürfe schliesse, dass dem Satze, den ich aus einigen bejahenden Ergebnissen, gegenüber sehr vielen Nichterfolgen, abgeleitet habe, hier und da eine andere Tragweite beigemessen wurde, als ich ihm selbst zu geben beabsichtigte.***) Ich schliesse so: Mag man grössere Körperchen in den kegelförmigen Zellen der Darmschleimhaut noch so oft vermissen, — wenn man dieselben bisweilen in unversehrten Schleimhautzellen antrifft, so ist man berechtigt an-

---

*) „Reeds deed ik opmerken, dat wij bij herhaling en bij verschillende dieren ijverig hadden gezocht, zonder met eenige zekerheid kool-deeltjes binnen de bloedvaten waar te nemen. Evenwel mogt ook van deze zijde de bevestiging niet achterblijven. Het geheele onderzoek zou wantrouwen hebben nagelaten, zoo het hierin ware te kort geschoten. Doch nadat wij bij herhaling gemeend hadden, enkele zwarte moleculen te zien voorbijstroomen, nam de heer Mensonides dit in een geval zoo duidelijk waar, dat voor hem alle twijfel geweken was.“ Donders, a. a. O. S. 156, 157.

**) „Zoo gelukte het dan, het stellig bewijs te leveren, dat niet slechts vloeistoffen en opgeloste zelfstandigheden, maar ook vaste moleculen uit het darmkanaal in de vochtmassa van het ligchaam overgaan en worden rondgevoerd.“ Ebendaselbst, S. 160.

***) Vgl. z. B. Funke, in der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, von von Siebold und Kölliker, Bd. VII, S. 317.

zunehmen, dass unter gewissen Umständen verhältnissmässig grosse Körnchen durch den Verschluss der Zellen hindurchdringen können, und das wird also um so leichter erfolgen, wenn es sich um unmessbar feine, durch ihre Glätte ausgezeichnete Fetttröpfchen handelt. Also nicht das Eindringen von Pigmentkörnchen in die Zellen sollte als regelrechter Vorgang angesehen werden — wir hatten es ja in einer ungeheuren Mehrzahl von Fällen vermisst —, sondern es sollte durch die Möglichkeit jenes Uebergangs das regelmässige Eindringen von fein vertheiltem Fett, welches durch die Verdauungssäfte nicht aufgelöst zu werden vermag, begreiflich gemacht werden. Wenn die so viel grösseren, so viel weniger glatten Pigmentkörnchen eindringen können, dann wird es mit den so viel kleineren, so viel glatteren Fetttröpfchen um desto eher geschehen, — à plus forte raison, würde der Franzose sagen.

Unermüdlichen Nachforschungen von Marfels verdankte ich schon früher die Gelegenheit, dass ich mehre Male mich von der Anwesenheit der Pigmentkörnchen in den Zellen, welche die Darmhöhle auskleiden, überzeugen konnte. Ich habe mich dennoch auf's Neue an's Werk gemacht, nicht um neue Erfolge den Nichterfolgen Anderer entgegenzustellen, sondern weil ich es für meine Aufgabe halte, für das Eindringen von festen Körnchen in die bewussten Zellen, was für mich eine Thatsache ist, so günstige Bedingungen aufzusuchen, dass es für jeden Dritten eine leichte Mühe wird, meine Wahrnehmung zu bestätigen. Das ist mir freilich noch nicht gelungen, ich muss vielmehr auch heute noch bekennen, dass ich in der ungeheuer überwiegenden Mehrzahl der Fälle die beigebrachten festen Theilchen in den Zellen nicht fand. Allein ich habe doch durch Abänderung des ursprünglichen Versuchsverfahrens die Art und Anzahl bestimmter Ergebnisse so vermehrt, dass mir eine vorläufige Mittheilung meiner Untersuchungen über die Schleimhautzellen des Magens und Darms gerechtfertigt erscheint. Ich kann jedoch hierzu nicht schreiten, ohne die treue Beihülfe des Herrn Imthurn von Schaffhausen mit gebührendem Danke anzuerkennen.

Zunächst wandte ich mich wiederum an die Pigmentkörnchen. Allein, überlegend, dass solche feste Körnchen unstreitig nur mit Hülfe eines Drucks von der Darmwand her in die Schleimhautzellen eintreten, suchte ich diesen Druck zu steigern. Es wurden bei Kaninchen und Fröschen grössere oder kleinere Abtheilungen des Verdauungsrohrs mit einer fünfprocentigen Auflösung von gewöhnlichem phosphorsaurem Natron, die sehr viel Pigmentkörnchen von Ochsenaugen aufgeschwemmt enthielt, mässig angefüllt und an beiden Enden unterbunden. Es war, wie wiederholte fruchtlose Versuche mich lehrten, unerlässlich nothwendig, eine zu starke Anfüllung zu vermeiden, wenn ich, wie hier die Aufgabe war, kräftige wurmförmige Bewegung erzielen wollte. Diese aber wurde dadurch erreicht, dass ich mit Du Bois-Reymond's Schlittenvorrichtung entweder den Darm selbst, oder bei Kaninchen das Hirn, bei Fröschen die beiden Hinterschenkel reizte. Im letzteren Fall war also die Darmbewegung eine übertragene, und ich habe mich so oft überzeugt, dass sich auf diesem Wege viel ergiebigere Zusammenziehungen der Darmmuskeln hervorrufen liessen, als durch unmittelbare Reizung des Darms, dass es mir sehr der Mühe werth scheint, diesen Gegenstand, der auch für heilkundige Anwendung bedeutsam werden könnte, genauer zu verfolgen. Bei beiden Thierarten wurde das Ende der Thätigkeit der Darmmuskeln abgewartet, bevor die Schleimhaut zur Untersuchung hergerichtet ward. Beim Kaninchen wurde die Darmschlinge wiederholt in die geöffnete Bauchhöhle zurückgeführt, um ihren Wärmegrad nicht zu schnell abnehmen zu lassen. Durch passende Unterbrechung der Reizung gelang es öfters, die Bewegung länger als eine Stunde zu erhalten.

Wenn es so weit gekommen war, dass sich die Zusammenziehung der Darmmuskeln auch durch die stärkste Reizung nicht mehr anregen liess, wurde das Darmstück ausgeschnitten, der Länge nach geöffnet und entweder in eine fünfprocentige Lösung des gewöhnlichen phosphorsauren Natrons, oder in eine gesättigte Lösung von reinem Kochsalz gelegt und in diesen Flüssigkeiten

mindestens vier bis sechs Stunden gelassen, bevor die Untersuchung begonnen wurde.

Die Auflösung des phosphorsauren Natrons empfiehlt sich besonders dadurch, dass sie die Zellen auf's Schönste von einander trennt, so dass man sie einzeln in allen Lagen vortrefflich untersuchen kann. Bei mässiger Zimmerwärme erhalten sich die Zellen in dieser Lösung, ohne sich zu sehr zu verändern — sie quellen zum Theil darin auf — 24 Stunden und länger. Ueberhaupt kann ich diese Lösung für mikroskopische Untersuchungen nicht angelegentlich genug empfehlen. Sie ist in sehr vielen Fällen das vorzüglichste Erweichungsmittel des Zwischenstoffs, so dass die Formbestandtheile, Zellen, Fasern dadurch vereinzelt werden. Ferner scheint sie das Licht schwächer zu brechen als Wasser, so dass man manche feine Gebilde — Schwänze der Samenfäden, Wimperhaare der Flimmerzellen z. B. — viel weiter darin verfolgen kann. Drittens erhalten sich in ihr manche Gebilde viel besser als in Wasser und andern Flüssigkeiten, in Nervenfasern wird die Gerinnung des Marks verzögert, die Wimpern der Flimmerzellen fallen später ab und bleiben viel länger in Bewegung, der von mir vor vielen Jahren entdeckten Einwirkung auf die Samenfäden nicht zu gedenken.*) Wenn auch Speichel, Blutwasser,

*) Jac. Moleschott und J. C. Ricchetti: Ueber ein Hülfsmittel, ruhende Samenfäden zur Bewegung zu bringen. Wiener med. Wochenschrift, Jahrgang 1855 S. 273. In einer einige Monate früher erfolgten Mittheilung an die Pariser Akademie hatte ich den Ausdruck „zur Bewegung bringen" mit „raviver le mouvement" gegeben. Statt einer einfachen Erwähnung, dass die bewusste Thatsache bei mir und Ricchetti bereits zu finden war, hat Kölliker bei der späteren Veröffentlichung seiner Arbeit (Würzburger Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft, Bd. VI) gegen dieses „Beleben" gekämpft und dabei übersehen, dass das Zeitwort auf „Bewegung", nicht auf Samenfäden zielt. An und für sich kann dies zwar gleichgültig scheinen. Weil mir aber durch dieses Missverständniss eine Anschauung zugeschrieben wird, die mir ganz fremd ist, so lehne ich es hier um so bestimmter ab, da es sich auch in die Handbücher solcher Verfasser einschleicht, die nur auf denjenigen Rücksicht zu nehmen

Eiweiss einen Theil dieser Vorzüge gleichfalls bieten, so können sie doch schon aus dem einen Grunde der phosphorsauren Natronlösung von geeigneter Dichtigkeit den Rang nicht streitig machen, weil man diese mit leichter Mühe ein für allemal bereiten kann. Nur weil ich selbst in vielen Fällen mich ihres Nutzens so sehr erfreue, füge ich die Versicherung bei, dass mehr als ein Forscher, dem ich gerade die fünfprocentige Lösung mündlich empfahl, seitdem dieselbe in seiner Werkstatt nicht mehr entbehren mag.

Mit Rücksicht auf den hier vorliegenden Zweck wurde die gesättigte Kochsalzlösung häufig von mir vorgezogen, einmal weil die Zellen später darin aufquellen, und sodann weil sie sich viel länger, oft vier bis sechs Tage, in einem für die Untersuchung geeigneten Zustande darin erhalten.

In den durch die genannten Hülfsmittel vorbereiteten Zellen habe ich nun, sowohl wenn sie von Kaninchen, als wenn sie von Fröschen stammten, wiederholt auf's Neue Pigmentkörnchen gefunden, aber leider noch viel öfter trotz des ermüdendsten Suchens sie in allen Zellen vermisst. Waren sie vorhanden, dann sah ich meist in einzelnen Zellen 1, 2, 3, in andern 5, 6 und mehr Körnchen, die in den verschiedensten Abschnitten der Zelle vorkamen, im Kopf, in der Spitze, in letzterer bisweilen reihenförmig geordnet, also vor und hinter dem Kern. Ich habe bisweilen die Pigmentkörnchen in Form eines unvollkommenen Kranzes den Kern umgeben, in anderen Fällen bis an den äussersten oberen Rand des seit Henle bekannten hellen Saums reichen sehen. Sehr oft sah ich neben den Pigmentkörnchen grössere Fetttröpfchen in denselben. Einmal bekam ich von einem auf die beschriebene Weise behandelten Frosche Hunderte von Zellen zu sehen, welche bis auf die Stelle, welche der Kern einnahm, überall mit Pigmentkörnchen angefüllt waren. In der sehr dünn ausgezogenen Spitze — welche viele dieser Zellen vermissen lassen,

---

scheinen, der zuletzt gesprochen hat. Vergl. Schlossberger's Thierchemie, II, S. 343.

so dass sie vielleicht durch die Einwirkung der Salzlösung entstand, — lagen die Körnchen in einer Reihe, einfach hinter einander, dann kranzförmig um den Kern, und der Kopftheil war so dicht damit erfüllt, dass man hätte glauben können, Pigmentzellen vor sich zu haben.

Um mich zu überzeugen, dass ich Pigmentkörnchen von andern Körnchen, die in den kegelförmigen Schleimhautzellen vorkommen, zu unterscheiden vermochte, untersuchte ich wiederholt die Zellen aus Darmstücken jenseits der unterbundenen Stelle, die von der Einspritzung frei geblieben waren, ohne hier ähnliche Körnchen zu finden. Bei Anwendung hinlänglich starker (600- bis 800facher) Vergrösserungen und guter Beleuchtung — meine letzten Untersuchungen sind mit einem grossen Werkzeug von Schiek angestellt — schützt die rothbraune Farbe und die öfters etwas rauhe Oberfläche der grösseren Pigmentkörnchen vor der Verwechslung mit Fetttröpfchen. Kleine Pigmentkörnchen, welche die rothbraune Farbe nicht so gut erkennen lassen, und je nach der Einstellung der Linse bald schwarz, bald hell erscheinen, sind durch einfache Betrachtung nicht immer von kleinen Fetttröpfchen zu unterscheiden. Ebenso verhält es sich bei der Anwendung zu schwacher Vergrösserungen.

Schwerer als die Natur der Körnchen, ist in manchen Fällen das wahre Lagerungsverhältniss derselben zu ermitteln. Namentlich wenn es sich darum handelt, von einzelnen Körnchen zu bestimmen, dass sie den Zellen angehören, kann die Frage, ob an, ob in den Zellen, nicht schwer genug genommen werden. Zu diesem Behuf liessen wir die Zellen rollen. Thaten sie dies nicht schon einfach in der Salzlösung, dann liessen wir mittelst eines Pinsels langsam eine Mischung von etwa zwei Theilen Alkohol mit einem Theil Aether unter das Deckgläschen fliessen. Vorausgesetzt, dass man die Zellen nicht theilweise hat vertrocknen lassen, kann es kein besseres Mittel geben, sie in rollende Bewegung zu versetzen. Zu diesem Zweck ist es geeigneter, die Schleimhaut vorher in Kochsalzlösung einzuweichen, als in phosphorsaurem Natron, weil letzteres durch Hinzufügen der alkoho-

lischen Mischung sehr rasch in den bekannten schiefen rhombischen Säulen, die sich hier meist als Tafeln ausnehmen, anschiesst. Ich habe die noch länglichen Zellen sowohl um eine Querachse, als um die Längsachse sich wälzen sehen, so dass sie oft einen wahren Purzelbaum schlugen, und dabei durch Heben und Senken der vergrössernden Linse die feste Ueberzeugung gewonnen, dass in vielen Fällen die Körnchen in der That im Inneren der Zellen sich befanden. Durch den Zusatz der alkoholischen Mischung lassen diejenigen Pigmentkörnchen, welche bloss anhaften, besonders leicht von den Zellen los. Zu solchen Rollversuchen ist das ausserordentlich dünne Deckglas, welches man aus der Spiegel-Fabrik von Spinn & Comp. (Berlin, Leipziger Strasse Nr. 63) beziehen kann, wegen seines sehr geringen Gewichts vorzüglich zu empfehlen.

Ich wiederhole indess nachdrücklich, dass in ungezählten Fällen der ganze Versuch misslang, ohne dass ich im Stande bin, vom Grunde des Misslingens Rechenschaft zu geben. Die Zahl der von Donders, Gunning und Cnoop Coopmans angestellten Versuche ist zwar im Vergleich zur Anzahl meiner eigenen fruchtlosen Bemühungen nichts weniger als gross. Aber auffallend bleibt es immer, dass sie nicht einmal die Körnchen in den kegelförmigen Zellen gefunden haben.

Donders sagt von dem Uebergang der Blutkörperchen des Hammels in die Blutbahn der Frösche, dass er für unsere Streitfrage zu viel und deshalb nichts beweise, weil die zugespitzten Enden der kegelförmigen Zellen jedenfalls zu eng seien, um die Blutkörperchen hindurchzulassen. Wer in den feinsten Haargefässen der Netzhaut oder des Hirns, welche mit fünfprocentigem phosphorsaurem Natron behandelt waren; die in ihrer Farbe gehobenen, zu Stäbchen verlängerten Blutkörperchen von Menschen oder Säugethieren gesehen hat, wird die Gültigkeit dieses Einwurfs nicht anerkennen. Solche stabförmig gewordene Blutbläschen könnten ganz füglich durch den dünnsten Theil der Zellen hindurch, und wenn das Zottengewebe in ähnlicher Weise durchdringlich wäre, wie nach meiner Ueberzeugung die sogenannte

verdickte Wand der kegelförmigen Zellen es ist, dann brauchte man auch keine vorgebildeten Oeffnungen an der Oberfläche der Zotten zu sehen.

Allein diese Frage gewinnt erst Bedeutung, wenn man überhaupt weiss, dass Blutkörperchen von Säugethieren in die kegelförmigen Zellen der Darmschleimhaut eindringen. Das scheinen sie nun allerdings sehr selten zu thun, aber bisweilen thun sie es in der That. In Schleimhautzellen der Kaninchen habe ich zwar die eingespritzten Hammelsblutkörperchen niemals angetroffen, dagegen fünf- oder sechsmal in einer Zelle von Fröschen. Obgleich das Versuchsverfahren in jeder Weise dem für die Pigmentkörnchen ausgeübten glich, — nur dass das geschlagene Hammelsblut nicht erst mit phosphorsaurem Natron vermischt wurde — und obgleich ich mindestens 25 Frösche auf diese Weise behandelte, sind mir jene 5 bis 6 Zellen doch nur von 2 Fröschen geliefert worden. Ich fand bis zu drei Blutkörperchen in einer Zelle, in der grösseren Hälfte aber nur je eines. Einmal stack das Blutscheibchen stabförmig in dem hellen Saum der kegelförmigen Zelle, welche so lag, dass man auf die schmale Kante des Blutkörperchens sah, welches theilweise über den äussern Rand des Saums hervorragte.

Wenn man bedenkt, wie oft Marfels und ich im Herzblut der Frösche, besonders in dem, welches von der inneren Oberfläche der Herzwand abgestreift wurde, die eingespritzten Hammelsblutkörperchen gefunden haben, und damit das seltene Auftreten in den kegelförmigen Schleimhautzellen vergleicht, dann wird es schwer daran zu glauben, dass jene ersteren durch die Thore der letztgenannten Zellen hindurchgegangen seien. Das kann nun freilich — so wenig, wie die fruchtlosen Bemühungen von Donders — jenen bejahenden Befund nicht umstossen. Ich habe auch, ehrlich gestanden, die Hammelsblutkörperchen zu oft, in zu grosser Anzahl, zu verschiedener Jahreszeit, unter mannigfaltigen Umständen in dem Froschblut gefunden, als dass ich es für nöthig oder nur erlaubt halten könnte,

diese Versuche zu wiederholen. Ich kann hier zwischen den fruchtlosen Versuchen von Donders und meinen bestimmten Ergebnissen kein anderes Verhältniss sehen, als zwischen meinem verneinenden Befund für das Stärkmehl und den bejahenden Beobachtungen von Donders und Mensonides. Donders äussert, wo er von seinen erfolglosen Bemühungen, fremde Körperchen in Chylusgefässen zu finden, spricht, die Ansicht, dass „Niemand „denselben eine grosse Bedeutung zuschreiben wird, wenn man be„denkt, wie lange die Untersuchung des Bluts inner„halb der Blutgefässe fortgesetzt werden musste, „bevor er mit Mensonides auch nur ein einziges posi„tives Resultat erhielt.“ *) Jene vorhergegangenen fruchtlosen Versuche machen Donders mit Recht nicht irre an den später erzielten Erfolgen, und insofern ist es gewiss gerecht, wenn er es für „vermessen“ hält, die Richtigkeit meines Ausspruchs, dass in den Darm eingespritzte Hammelsblutkörperchen, ebenso wie nach seinen Beobachtungen Stärkmehl und Kohle, in die Blutbahn des Frosches eindringen können, zu bezweifeln**).

Ich will daher statt erneuter Versicherungen eine Beobachtung anreihen, die ich bisher nicht mitgetheilt habe. Noch in Heidelberg habe ich mit Herrn Theodor Wagener von Berlin, um die Entwickelungsgeschichte der farblosen Blutzellen zu verfolgen, einer grossen Anzahl von Fröschen entfaserstofftes Hammelsblut eingespritzt und nachher zu wiederholten Malen in Froschblut 3, 4 und mehr Hammelsblutkörperchen in Gerinnseln eingeschlossen gefunden, die auf den ersten Blick täuschend blutkörperchenhaltigen Zellen ähnlich sahen, wie sie von Ecker, Gerlach, Schaffner und Kölliker aus der Milz beschrieben wurden. Mir war diesser Fund insofern wichtig, als ich bei der Un-

*) „Aan de negatieve uitkomsten, zoo gering in aantal, zal men toch wel geene groote beteekenis willen toekennen, wanneer men zich herinnert, hoe lang wij het onderzoek van het bloed moesten voortzetten, vóór wij een enkel positief resultaat verkregen.“ Donders, a. a. O. S. 162.

**) Vgl. S. 113 dieses Bandes.

tersuchung von mehr als hundert Froschmilzen, ebenso wie Remak, Berlin, Hlasek, niemals einer Zelle, die Blutkörperchen enthielt, begegnet war, während diese Beobachtung eines geronnenen, eiweissartigen Körpers, der farbige Blutzellen einschloss, mit einer älteren von Remak *) genau übereinstimmt. Durch Zusatz von Wasser oder verdünnter Essigsäure gelang es durchaus nicht, eine eigene Zellhülle an jenen Gebilden darzustellen, und dass dieses Misslingen einer Unmöglichkeit gleich kam, zeigte sich, als es uns gelang, durch Druck auf das Deckgläschen jene Gerinnsel zu zerreissen, wo nichts ausfloss, die Bruchstücke vielmehr sich als feste Körper zu erkennen gaben. Vielleicht erklärt sich durch das Entstehen solcher Gerinnsel um die fremden Blutkörperchen, dass Bischoff durch die Einspritzung von geschlagenem Säugethierblut seine Frösche regelmässig nach einigen Stunden zu Grunde gehen sah **). Auch wir verloren auffallend viel Frösche nach der Einspritzung von Hammelsblut in den Magen.

Was die Verwechslung von verblassten Hammelsblutkörperchen mit anderen Gebilden im Froschblut anbelangt, so habe ich darüber bei einer früheren Gelegenheit die nöthigen Andeutungen gegeben, und erlaube mir, darauf zu verweisen ***).

Da es mir aber, wie gesagt, darauf ankommt, wo möglich ein Verfahren zu finden, durch welches es jedesmal oder wenigstens verhältnissmässig oft gelingt, mit Sicherheit erkennbare fremde Körperchen in die kegelförmigen Darmzellen einzuführen, so konnte ich mich auch nach jenen mit wiederholtem Erfolg gekrönten Beobachtungen der Mühe, die Versuche noch weiter abzuändern, nicht überheben. Ich habe deshalb auch Karminpulver vorgenommen, welches theils mit Oel vermischt, theils mit einer fünfprocentigen Auflösung von gewöhnlichem phosphorsaurem Natron, theils mit einer gesättigten Glaubersalzlösung in den Magen unversehr-

*) Remak in Müller's Archiv, Jahrgang 1852, S. 159, 160.

**) J. Müller, Lehrbuch der Physiologie, Bd. I, 4. Auflage, S. 124.

***) Vgl. Ferdinand Marfels und Jac. Moleschott, Ueber die Lebensdauer der Blutkörperchen, im ersten Bande dieser Zeitschrift, S. 54.

ter Frösche eingespritzt wurde, ohne dass ich nachher die Bewegung des Darms durch galvanische Reize anzuregen suchte. Die starke Glaubersalzlösung war jedoch mit Rücksicht darauf gewählt, dass sie selbst eine hinlänglich starke Reizung der Schleimhaut bedingen würde, um ergiebige Zusammenziehungen der Darmmuskeln zu veranlassen. In den bisherigen Versuchen hat sich die Mischung des Karmins mit Oel nicht als günstig herausgestellt, weil sich die Zellen dabei so mit Fett anfüllen, welches nach vielstündiger Behandlung mit Salzlösungen in der Form sehr grosser Tropfen in ihnen enthalten ist, dass es sehr schwer wird, den Inhalt der Zellen mit dem Auge aufzulösen. Nach der Vermischung mit Salzlösungen habe ich dagegen dreimal grössere und kleinere Karminkörnchen im Innern der rollenden Zellen mit solcher Bestimmtheit wahrgenommen, dass ich keinen dringenderen Wunsch hatte, als dass es mir vergönnt gewesen wäre, diese Beispiele Donders zu zeigen. Unter der Einwirkung des mit Aether versetzten Alkohols waren die Zellen mehr oder weniger vollständig zu Kugeln aufgequollen, und ich sah nun in verschiedenen Stellungen, welche sie beim Rollen annahmen, die Zellhülle schleierartig über die Karminkörnchen weggehen.

Am glücklichsten war ich bisher nach dem Einspritzen von frisch gefälltem Berliner Blau. Die Körnchen desselben sind noch feiner als die feinsten des Karmins, und die grünlich blaue Farbe, welche sie im ganz vereinzelten Zustande besitzen, macht nach geringer Uebung das Erkennen sehr sicher. Nicht bloss in einigen wenigen Zellen, sondern bei drei Fröschen in der Mehrzahl derselben waren Theilchen des Berliner Blaus vorhanden, in Einer Zelle meistens 2 bis 4, oft genug aber auch mehre. Die Ueberzeugung, dass die grünlich blauen Körnchen im Inneren der Zellen waren, wurde nicht bloss während des Rollens, sondern namentlich auch an solchen zu Kugeln aufgequollenen Zellen gewonnen, bei denen die Zellwand theilweise von dem körnigen Inhalt sich abgelöst hatte. Die blauen Körnchen wurden wiederholt ganz deutlich als ein Theil dieses von der Zellwand entfernten Inhalts gesehen.

Nach allem diesen glaube ich mich zu der wiederholten Versicherung berechtigt, dass feste Körnchen mechanisch in die kegelförmigen Darmzellen hineingedrückt werden können, beschäftige mich aber noch fort und fort mit dem Aufsuchen der günstigsten Bedingungen, unter welchen dies geschieht.

Bei den letzten Erörterungen dieser Verhältnisse ist, wie mir scheint, zu viel Nachdruck darauf gelegt worden, ob man den ziemlich breiten hellen Saum, welcher der Grundlage der kegelförmigen Zellen entspricht, als eine Wand bezeichnen müsse oder nicht. Dem äusseren Ansehen nach ist dieser Saum sowohl von den Seitenwänden, als vom Zelleninhalt zu unterscheiden, und es scheint nicht unpassend, wieder einmal in das Gedächtniss der Handelnden, die bekanntlich nie Gewissen haben, zurückzurufen, dass schon Henle's Beschreibung das, was man ohne Weiteres sehen kann, vollkommen getroffen hat. „Die Zellen des Cylinderepitheliums" sagt Henle, *) „sind nur selten ganz hell, meistens finden sich „kleine dunkle Pünktchen über die ganze Oberfläche zerstreut, zu„weilen auch ist auf eine auffallende Weise ein grosser Theil des „oberen breiteren Endes der Zelle hell und die Körnchen fangen erst „dicht über dem Kerne mit einer ziemlich scharfen Grenze an, „so dass es den Anschein hat, als beginne die Zellenhöhle erst „von dieser Grenze an und als sei der obere, helle Theil die ver„dickte Zellenwand."

Wenn man den oberen Verschluss der Zellen als Wand bezeichnen will, so ist nichts dagegen zu sagen, da man ja auch von einer Wasserwand spricht. Es fragt sich dann nur, — da von einem Durchtritt allen verdauten Fetts in eigentlich gelöstem Zustande nun endlich wohl nicht mehr gesprochen werden kann — ob in jener hellen Wand oder sagen wir lieber in dem Saum vorgebildete Kanälchen enthalten sind, oder ob sein Stoff im Gan-

*) Henle, Allgemeine Anatomie, S. 239.

zen bei geeignetem Druck für kleine feste Theilchen durchdringlich ist.

Ich entscheide mich für die letztere Auffassung nicht bloss weil die Körnchen von Berliner Blau, Karmin, Pigment und sogar kleine Blutkörperchen in die Zellen eindringen können, sondern noch aus folgenden Gründen.

Erstlich trifft man nicht selten in dem hellen Saum Fetttröpfchen, die so gross sind, dass man unmöglich annehmen kann, sie hätten Platz in Kanälchen von der Feinheit wie sie den von Funke und Kölliker beobachteten Streifen entsprechen würde. Ja, was noch mehr ist, wenn man Fröschen Oel allein oder innig mit Eiweiss gemengt einspritzt, dann findet man, nachdem das geöffnete Darmstück eine Zeit lang in der Salzlösung gelegen hat, das Fett in grosse Tropfen verwandelt, mit denen die Mehrzahl der Zellen so prall angefüllt sind, dass sie eine maulbeerförmige Oberfläche haben. An den meisten Zellen dieser Art kann man allerdings oben den hellen Saum in schönster Deutlichkeit erkennen, an anderen dagegen setzt er der Verbreitung der Fetttropfen keine Schranke, sondern diese reichen, wie ich es auch für Pigmentkörnchen gesehen habe,*) bis an den obersten Rand des hellen Saums.

Um ferner die von Funke und Kölliker beschriebene Streifung des hellen Saums als ein Zeichen vorgebildeter Fettstrassen anzusehen, müsste sie doch wohl beständiger sein, als sie es in der That ist. Gleich nach den ersten Mittheilungen der genannten Forscher hat sich Marfels in meiner Heidelberger Werkstatt an die Arbeit gemacht, und hat mir namentlich an Zellen des Kaninchens, des Kalbs, der Maus, des Huhns, der Kröte, (Bufo viridis) und des Salamanders Bilder gezeigt, welche mit den Beschreibungen und Zeichnungen Funke's und Kölliker's sehr gut übereinstimmten. Seitdem habe ich das Gleiche noch besser beim Kaninchen sehr oft und auch einige Male beim Frosch

*) Vgl. oben S. 125.

gesehen, allein, selbst beim Kaninchen, unter denselben Umständen, an Zellen, die mit phosphorsauren Natron 5 % behandelt waren, auch sehr häufig vermisst.

Drittens kommen von der Streifung bis zur Spaltung, von der Rauhigkeit bis zur Zerreissung, von der sägeförmigen Einkerbung bis zur rosenkranzförmigen Abschnürung, von der vollkommensten Glätte und Gleichartigkeit bis zur unregelmässigsten Wellenlinie am hellen Saum alle möglichen Uebergänge vor, so dass mir der Gedanke viel näher liegt, es handle sich hier um ein zufälliges Erzeugniss nach dem Tode, als um einen regelmässigen Bau, der den Fetttröpfchen bestimmte Wege vorzeichne. Kölliker hat seine Streifen beim Frosche weniger deutlich, ich viel weniger häufig, Donders gar nicht gefunden. Und dennoch, strotzender als sich die Zellen mit Fett füllen bei Fröschen, denen man Oel, allein oder mit Eiweiss gemischt, in den Magen gespritzt hat, kann sie der ausgemachteste Fleischfresser nicht darbieten.

Mit Marfels habe ich wiederholt Fettstrahlen gesehen, welche vom obersten Rande des hellen Saums durch diesen hindurch tief in das Innere der Zelle hineinragten, und auch diese Fettstreifen waren so breit, dass sie unmöglich mit den Funke-Köllik er'schen Streifen in Einklang gebracht werden könnten, wenn diese als Kanälchen zu deuten wären.

Gegen die Auffassung des hellen Saums als eine feste Wand, die sich nur durch grössere Dicke von den Seitenwänden unterscheiden sollte, spricht weiter ganz besonders das Verhalten in Salzlösungen. In der fünfprocentigen Lösung des phosphorsauren Natrons, und in der gesättigten Kochsalzlösung begegnet man nach 12- bis 24 stündigem Einweichen sehr häufig Bildern, in welchen der helle Saum, der an frischen Zellen gleichmässig in den Körper derselben übergeht, hut- oder kappenförmig über die Seitenwände übergreift, so dass es allen Anschein hat, als sei eine weiche Masse über die Seitenwände hervorgequollen. Neben diesen Bildern findet man andere — und zwar auch in beiden Salzlösungen — die sich dadurch auszeichnen, dass die Zelle, da wo

der Saum von ihr abgeht, sich plötzlich verjüngt, gleichsam eingeschnürt ist, so dass der Saum wurstförmig über die Zelle hervorragt. In der gesättigten Kochsalzlösung sieht man viele Zellen, an deren Kopf eine unregelmässig zerklüftete, ausgetretene Masse die einzige Spur jenes Saums darstellt. Daneben endlich Zellen, die oben becherförmig geöffnet sind, deren Seitenwände deutlich nach oben über den Inhalt hinausragen, so dass hier geradezu ein Theil des Inhalts ausgetreten sein muss. Es drängt sich so natürlich auf, dass alle diese Bilder sich vortrefflich erklären, wenn man den hellen Saum mit Brücke als einen Schleimpfropf ansieht, dass eine weitere Ausführung überflüssig wäre.

Nimmt man hinzu, dass, wie Donders*) nachdrücklich hervorhebt, gerade von dem hellen Saum der Zellen durch Einwirkung von Wasser so leicht Schleimkugeln sich ablösen, dass hier förmliche Schleimcylinder hervortreten, die sich als Kugeln abschnüren; dass sich beim Aufquellen der Zellen in verdünnten Salzlösungen eine verdickte Stelle, die sich von der übrigen Wand unterscheidet, nicht lange erhält; dass es immer erst die Seitenwände sind, die sich in starker Wölbung vom Inhalt entfernen; dass bei der Verwandlung in Kugeln die Zellen nach und nach gewöhnlich kleiner werden, so dass nothwendiger Weise Inhalt austreten muss, wodurch die an einander stossenden Seitenwände ausreichen könnten, um den Zelleninhalt zu umschliessen; — so treten lauter neue Züge hinzu, welche in beredter Weise für die von Brücke und mir vertheidigte Anschauung sprechen. Wenn die Seitenwände sehr dehnbar sind, und zugleich ihre Verbindung mit dem aufquellenden Schleime fester ist als der Zusammenhang der Schleimtheilchen unter sich, dann wird offenbar beim Aufquellen in verdünnten Salzlösungen zunächst ein vergrössertes Bläschen entstehen, darauf aber immer mehr Schleim von den Zellen abtreten, was an beiden Enden der Zellen geschehen kann, und ich sehe demnach nicht, wie man mit Donders genöthigt ist, zwischen der Umwandlung der

*) Vgl. oben S. 116.

Zellen in kugelige Bläschen und der Brücke'schen Anschauung einen unlösbaren Widerspruch zu finden. Im Gegentheil, um zu erweisen, dass meine Deutung keine leere Vermuthung ist, berufe ich mich darauf, dass nach Zusatz der öfters genannten Mischung von Alkohol und Aether, durch welche das Entstehen der kugeligen Bläschenform sehr befördert wird, die Zellen nach und nach immer kleiner werden, während das Sehfeld mit grösseren und kleineren Schleimkugeln sich erfüllt.

Ich kann mich, gestützt auf alle diese Beobachtungen, mit deren Erweiterung ich eifrig beschäftigt bin, durch den Vorwurf der „Kühnheit", den Donders Brücke gemacht hat, nicht abhalten lassen, die Vorstellung des letztgenannten Forschers für die allein mögliche zu erklären, und Hyrtl's Ausfälle über die „Hal„lucinationen der höhern Anatomie" beweisen mir nichts Anderes, als dass die Sprache eines würdigen Ausdrucks entbehrt, um solches Gebahren gerecht zu bezeichnen.

Zürich, 16. November 1856.

ebennieren.	Milz.	Zunge.	Gehirn.

VIII.

Untersuchungen über thierische Elektricität.

Von

Emil du Bois-Reymond.

Erste Abhandlung *).

Der Zweck dieser Abhandlung ist, den Beweis zu führen, dass der elektromotorische Gegensatz zwischen Längs- und Querschnitt der Muskeln auch am lebenden unversehrten Thiere gegenwärtig ist. Zwar scheint sich dies, nach den früheren Bekanntmachungen des Verfassers, von selbst zu verstehen. Die Folge wird aber lehren, dass noch grosse Schwierigkeiten zu beseitigen und sehr versteckte Verhältnisse aufzudecken waren, ehe jener Satz mit Sicherheit ausgesprochen werden konnte.

Der enthäutete, sonst nicht weiter verletzte Gesammtfrosch, seine enthäuteten Beine oder Unterschenkel wirken beim Eintauchen in die mit Kochsalzlösung gefüllten Zuleitungsgefässe des Multiplicators bekanntlich elektromotorisch in aufsteigender Richtung. Man sollte also meinen, dass dieselben Theile, nicht enthäutet, gleichfalls aufsteigend wirksam sein müssten, nur mit etwas geringerer Stärke, als wenn sie enthäutet sind, weil nämlich die Haut, in Bezug auf den Multiplicatorkreis, eine Nebenleitung für den Muskelstrom abgiebt. Diese Vermuthung findet sich, bis zu einem gewissen Grade, in der That bestätigt. Doch bedarf es, um dies nachzuweisen, schon eines besonderen Kunstgriffes.

*) Mitgetheilt vom Hrn. Verfasser aus den Monatsberichten der Königl. Preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 30. Juni 1851. S. 380.

Es hat sich nämlich gezeigt, dass die Froschhaut selbst in ganz eigenthümlicher Weise elektromotorisch wirkt.

Breitet man ein Stück Froschhaut auf einer Glastafel aus, und berührt verschiedene Stellen ihrer äusseren Oberfläche mit Salzbäuschen als feuchten Multiplicatorenden, so bemerkt man Folgendes. Geschah die Berührung gleichzeitig, so bleibt die Nadel in Ruhe, oder wenigstens es erfolgt nur ein schwacher Strom in unbestimmter Richtung. Geschah aber die Berührung ungleichzeitig, so erfolgt ein Strom, der, bis zu einer gewissen Grenze, um so stärker ausfällt, je länger die Zeit war, die man hat zwischen beiden Berührungen verfliessen lassen. Die Richtung dieses Stromes ist stets so, dass er in der Haut von der jüngeren zur älteren Berührungsstelle geht.

Lässt man beide Bäusche auf der Haut liegen und untersucht nach einiger Zeit den Zustand des Multiplicatorkreises von Neuem, so findet man keine Spur von Strom mehr vor; die beiden Hautstellen sind völlig gleichartig geworden. Dies ist nicht die Folge ihrer Schliessung zum Kreise, denn die Hautstellen werden auch gleichartig, ohne dass die Bäusche anders als durch die Haut mit einander in leitender Verbindung stehen, und wenn man zwei Hautstellen, vor ihrer Berührung mit den Salzbäuschen als feuchten Multiplicatorenden, mit gesättigter Kochsalzlösung bepinselt hat, fehlen die Ströme ganz und gar. Die Entstehung der Ströme beim ungleichzeitigen Berühren mit den Salzbäuschen erklärt sich daraus leicht. Beide Berührungsstellen sind der Sitz einer elektrischen Triebkraft in der Richtung aus dem Bausch in die Haut. Aber unter dem verderblichen Einfluss der Berührung der Hautstelle mit der gesättigten Kochsalzlösung des Bausches ist die Triebkraft an dieser Stelle in raschem Sinken begriffen: daher der Strom in der Haut von der jüngeren zur älteren Berührungsstelle.

Ersetzt man die Salzbäusche durch Wasserbäusche, so fehlen die Ströme wegen ungleichzeitiger Berührung. Dafür treten andere Ströme hervor, welche an einem und demselben Thier nach Stärke und Richtung beständig, von einem Thier zum anderen

aber, mit Ausnahme einiger Hauptpunkte, veränderlich sind. Zwischen Nacken und Rücken z. B. ist der Strom stets aufsteigend, zwischen Nacken und Unterschenkel stets absteigend. Die grüne und weisse Hautgegend zeigen keinen bestimmten Gegensatz.

Die innere Hautfläche giebt die Ströme wegen ungleichzeitiger Berührung mit den Salzbäuschen nicht. Berührt man aber mit dem einen Salz- oder Wasserbausch die äussere, mit dem anderen die innere Hautfläche, so erfolgt ein Strom in der Haut von der äussern zur inneren Berührungsstelle. Der Strom ist beständig mit den Wasserbäuschen, mit den Salzbäuschen wird er bald unmerklich. Von zwei Stellen der äussern Hautfläche giebt, bei Verbindung jeder derselben durch Wasserbäusche mit der inneren Hautfläche, diejenige den stärkeren Strom, zu der der Strom, bei Verbindung mit der anderen durch Wasserbäusche, aus dem Bausch einkehrte.

Daraus folgt, dass die Ströme, die man durch die Wasserbäusche erhält, einerlei Ursprungs sind mit denen wegen ungleichzeitiger Berührung mit den Salzbäuschen. Die ersteren Ströme sind bedingt durch einen vorgebildeten Unterschied der Triebkräfte von aussen nach innen an den beiden Berührungsstellen, während bei den Strömen wegen ungleichzeitiger Berührung mit den Salzbäuschen dieser Unterschied stets schon untergegangen ist in den weit grösseren, der durch theilweise Vernichtung der einen Triebkraft durch das frühere Anlegen des Bausches entsteht. Bei gleichzeitiger Berührung mit den Salzbäuschen müsste sich gleichfalls der vorgebildete Unterschied der Triebkräfte zu erkennen geben. Allein die Triebkräfte sinken alsdann beide so schnell unter dem Einfluss der Berührung der Haut mit den Salzbäuschen, dass die Wirkung unmerklich ausfällt.

Die Ströme wegen ungleichzeitiger Berührung erscheinen in derselben Richtung, wenn man die Kochsalzlösung durch beliebige Salzlösungen, Säuren oder alkalische Flüssigkeiten ersetzt. Dies scheint zu zeigen, dass die Ursache der Ströme nicht zu suchen ist in der Berührung der Zuleitungsflüssigkeiten mit der Haut, son-

dern dass die elektrische Triebkraft in der Haut selbst ihren Sitz hat. Auch übertrifft diese Triebkraft an Grösse bei weitem diejenige der stärksten Ketten aus mehreren Flüssigkeiten, z. B. Salpetersäure und Kalihydratlösung. Der Sitz der Triebkraft muss in der äusseren Hautlamelle Czermak's*) sein, welche das Epithelium, die Pigmentschicht und die Schicht der flaschenförmigen Drüsenbälge umfasst. Denn wenn man diese Lamelle entfernt, so dass nur noch das Derma (Czermak) zurückbleibt, sind die Ströme verschwunden. Auswalzen der Haut unter heftigem Druck, Kochen derselben, Fäulniss und Trockniss machen ihnen in gleicher Weise ein Ende.

Es wäre möglich, dass die elektrische Triebkraft der Froschhaut einen Bezug hätte auf die saure Absonderung in den Hautdrüsen der nackten Amphibien. Denn ich habe die in Rede stehenden Ströme bei allen geschwänzten und ungeschwänzten Batrachiern gefunden, hingegen sie vollständig vermisst bei allen Fischen, die ich der Prüfung unterwarf. Neuerdings habe ich ähnliche Ströme an der Hohlhand und Fusssohle des Menschen entdeckt. Doch ist es mir nicht gelungen, tiefer in die Theorie dieser räthselhaften Wirkungen einzudringen. Wie dem auch sei, wir kennen dieselben jetzt genau genug, um die Störungen zu bewältigen, die daraus für die Untersuchung des Muskelstroms an den nicht enthäuteten Gliedmassen des Frosches hervorgehen.

Die Stärke der Ströme nämlich, die man von der Haut bei ungleichzeitiger Berührung mit den Salzbäuschen, oder bei Berührung mit den Wasserbäuschen erhält, giebt der des Muskelstromes unter den günstigsten Bedingungen seiner Ableitung oft nur wenig nach. Es ist folglich unmöglich, brauchbare Beobachtungen über die Gegenwart des Muskelstromes an den nicht enthäuteten Gliedmassen anzustellen, wenn nicht jene Hautungleichartigkeiten zuvor aus dem Spiele gebracht sind. Hiezu ist aber, wie man sieht,

) Müller's Archiv u. s. w. 1849. S. 252.

bereits im Obigen ein leichtes Mittel gegeben. Um die Haut des Frosches in einen unwirksamen feuchten Leiter zu verwandeln, der scheinbar nur noch als Nebenschliessung die elektromotorische Wirkung der darunter gelegenen Muskeln beeinträchtigen kann, ist nichts weiter nöthig, als die Stellen der Oberfläche des Froschkörpers, von denen der Muskelstrom abgeleitet werden soll, zuvor mit Kochsalzlösung zu bepinseln.

Verfährt man auf diese Weise, so findet man an dem nicht enthäuteten, lebenden, ganz unversehrten Frosch sowohl, als an seinen nicht enthäuteten einzelnen Gliedmassen, stets einen schwachen aufsteigenden Strom vor, der nichts anderes sein kann, als der gesuchte Muskelstrom. Dieser Strom giebt aber in den günstigsten Fällen an meinem Multiplicator für den Muskelstrom höchstens 35° Ausschlag, während der Muskelstrom des enthäuteten Gesammtfrosches oder seiner Gliedmassen die Nadel mit Heftigkeit an die Hemmung zu werfen pflegt.

Es bestätigt sich also, wie bereits gesagt wurde, einigermassen die Voraussicht, dass der Muskelstrom sich an den nicht enthäuteten Gliedmassen, wie an den enthäuteten, kund geben werde. Unerklärlich aber muss die grosse Schwäche des Stromes erscheinen. Eine geringere Stärke im Vergleich zum Strome der enthäuteten Gliedmassen haben wir freilich erwartet wegen der durch die Haut dargebotenen Nebenschliessung. Doch ist nicht daran zu denken, dass die Haut, die nicht besser leitet, als in Eiweiss aufgeweichte thierische Blase, im Stande sein sollte, eine solche Schwächung zu bewirken, wie sie sich uns in Wirklichkeit gezeigt hat. Auch ist leicht nachzuweissen, dass die Haut noch in anderer Art das Hervortreten des Muskelstromes hindert, als durch Nebenleitung. Denn zieht man dem Frosch die Haut ab, prüft ihn auf seinen Strom, und zieht ihm die Haut wieder über, so fällt zwar der Strom etwas schwächer aus, als an dem enthäuteten Frosche, bleibt aber doch unvergleichlich stärker, als er vor

dem Abziehen der Haut war, wie ich dies schon vor acht Jahren in meiner ersten Arbeit bekannt gemacht habe *).

Ich glaube nicht, dass es, beim ersten Anblick dieses Ergebnisses, möglich ist, sich der Folgerung zu enthalten, die ich selber zuerst daraus gezogen habe, und, wie ich nicht verhehlen will, lange Zeit dadurch in die Irre geführt worden bin. Ich dachte mir nämlich, dass es der Zutritt der Luft sei, der den Muskelstrom auf irgend eine, freilich zunächst ganz unerklärliche Weise, hervorrufe. Zahlreiche Versuche belehrten mich aber, dass dem nicht so sei. Es gelang mir zuletzt auszumachen, dass der Muskelstrom sich nicht sogleich nach dem Abziehen der Haut entwickele, sondern erst durch und in Folge des Auflegens auf die Zuleitungsgefässe des Multiplicators. Es zeigte sich ferner, dass der Strom, so lange nicht dies Auflegen geschehe, sehr nahe auf der Stufe verharre, auf der er sich vor dem Enthäuten befand, gleichviel ob das Präparat stundenlang in Luft oder Sauerstoff, oder ob es in nicht athembaren Gasarten, oder der Guerickeschen Leere verweile. Es zeigte sich endlich, dass auch nicht einmal das Schliessen des Präparates zum Kreise durch den Multiplicator den Grund der Entwickelung enthalte, da die Entwickelung nach dem Enthäuten ebensogut vor sich ging, wenn das Auflegen auf die nicht zum Kreise geschlossenen Zuleitungsgefässe geschah. Genug, ich wurde zu der überraschenden Einsicht geführt, dass die Entwickelung des Muskelstromes durch das Auflegen auf die Zuleitungsgefässe auf nichts anderem beruhe, als auf dem gewöhnlich damit verbundenen Benetzen der natürlichen Oberfläche der Muskeln mit Kochsalzlösung. Vermeidet man diese Benetzung, indem man die Gliedmassen nur mit ihren äussersten Enden in die Zuleitungsgefässe taucht und darauf achtet, dass sich die Lösung nachmals beim Hinlegen des Präparates auf den Arbeitstisch nicht durch Haarröhrchenanziehung an der Muskeloberfläche ausbreite, so entwickelt sich der Muskelstrom nicht.

*) Poggendorff's Annalen u. s. w. Bd. LVIII. Januar 1843. S. 15.

Auf diese Art ist nun freilich sehr befriedigend erklärt, weshalb die nicht enthäuteten Gliedmassen, im Vergleich zu den enthäuteten, so schwach elektromotorisch wirken, und in welcher anderen Art, als durch Nebenschliessung, die Haut das Hervortreten des Muskelstromes verhindere. Die Haut verhindert einfach die Benetzung der Muskeloberfläche mit der Kochsalzlösung, welche, wie wir jetzt gefunden haben, nothwendig ist, damit die Gliedmassen ihre elektromotorische Wirksamkeit entfalten. Die Richtigkeit dieser Erklärung wird noch dadurch bestätigt, dass, wenn man nicht enthäutete Gliedmassen hinreichend lange Zeit in Kochsalzlösung liegen lässt, sie bei Gegenwart der Haut, und trotz der erhöhten Leitungsgüte der letzteren, in aufsteigender Richtung stark elektromotorisch wirksam werden. Die Kochsalzlösung hat alsdann die Haut durchdrungen, und ihre stromentwickelnde Wirkung auf die Muskeloberfläche ausgeübt.

Indessen will der Vortheil, der durch die Lösung dieses Räthsels gewonnen ist, wenig sagen im Vergleich zu dem neuen Knoten, der sich jetzt hier geschürzt hat. Der Muskelstrom soll also an dem nicht enthäuteten Thiere, ja an dem enthäuteten, so lange es nicht in Kochsalzlösung gebadet worden ist, nur in geringem Masse vorhanden sein? Allein man braucht ja nur mit dem Messer einen künstlichen Querschnitt anzulegen, und man findet ihn unter allen Umständen sogleich in grösster Stärke vor. Oder soll auch dies nur die Wirkung der Zurichtung sein? Aber wie soll das Querdurchschneiden der Muskeln, wie vollends das Bespülen der Muskeloberfläche mit Kochsalzlösung eine Steigerung des Gegensatzes zwischen Längs- und Querschnitt durch die ganze Masse der Muskeln bedingen? Nimmt man auf der anderen Seite an, dass der Gegensatz zwischen Längs- und Querschnitt in seiner ganzen Grösse bereits im lebenden unversehrten Thiere vorgebildet ist, so stösst man auf die nicht minder dunklen Fragen, was denn den Strom vor der Benetzung der Muskeloberfläche mit Kochsalzlösung in seiner vollen Stärke hervorzutreten verhindere, und wie

die Kochsalzlösung es anfange, um dies unbekannte Hinderniss aus dem Wege zu räumen.

Nichtsdestoweniger ist, wie Eingangs gesagt wurde, die letztere Vorstellungsweise die richtige, und ich schreite jetzt dazu, die Antwort auf diese beiden Fragen zu geben. Zu diesem Behufe wollen wir die vorliegende Aufgabe zunächst in eine einfachere und bestimmtere Form bringen. Der aufsteigende Strom der unverletzten Gliedmassen des Frosches ist nichts anderes, als ein Zweig der Resultante der Ströme, welche zwischen dem natürlichen Längsschnitt und den beiden natürlichen Querschnitten sämmtlicher Muskeln der Gliedmassen kreisen. Das zu erklärende Verhalten ist also eigentlich folgendes. Der Strom zwischen natürlichem Längsschnitt und natürlichem Querschnitt ist schwächer, als der Strom zwischen natürlichem Längsschnitt und künstlichem Querschnitt, und erhebt sich rasch fast bis zu der Stärke des letzteren, wenn die Muskeloberfläche mit Kochsalzlösung benetzt wird.

In der That, man nehme einen Gastrocnemius oder Triceps Cuv. vom Frosch, schäle die Ausbreitung der Achillessehne oder der grossen Strecksehne des Unterschenkels ab, welche den natürlichen Querschnitt des Muskels bekleidet, so dass der natürliche Querschnitt in den künstlichen verwandelt ist, und bringe den Muskel dergestalt zwischen die Zuleitungsbäusche des Multiplicators, dass er sie an seinen beiden Enden nur mit der Sehne berühre. Man erhält einen starken Strom in aufsteigender Richtung, der von dem elektromotorischen Gegensatze des natürlichen Längsschnittes und des künstlichen Querschnittes herrührt. Wiederholt man denselben Versuch ohne die Ausbreitung der Sehnen abzuschälen, so erhält man unter den gewöhnlichen Umständen (s. unten) einen Strom zwar auch in aufsteigender Richtung, aber meist ausserordentlich viel schwächer als bei Herstellung des künstlichen Querschnittes. Bei dieser Anordnung ist die Muskeloberfläche vor der Benetzung mit der Kochsalzlösung geschützt. Taucht man aber den Muskel auch nur einmal in Kochsalzlösung, so erscheint der Strom, trotz der Nebenschliessung durch die Kochsalzlösungs-

schicht an seiner Oberfläche, plötzlich ausserordentlich verstärkt, so dass er dem vom künstlichen Querschnitt abgeleiteten Strome nur noch wenig nachsteht. Dasselbe ist auch der Fall, wenn man den Gastrocnemius oder Triceps, statt, wie im vorigen Versuch beiderseits mit sehnigen Enden, an seinem unteren Ende mit der sehnigen Ausbreitung, d. h. mit natürlichem Querschnitt, auf die mit Kochsalzlösung getränkten Zuleitungsbäusche auflegt. Daraus folgt, dass die Kochsalzlösung, um auf den Strom des unverletzten Muskels die verstärkende Wirkung auszuüben, von seiner Oberfläche nichts zu berühren braucht, als den natürlichen Querschnitt. Es genügt, um jene Wirkung hervorzurufen, einfach die Ausbreitung der Achillessehne am Gastrocnemius, der grossen Strecksehne des Unterschenkels am Triceps, mit der Lösung zu benetzen. Wird allein der natürliche Längsschnitt mit der Lösung benetzt, so bleibt die Stromentwickelung aus.

Die Stromentwickelung findet nicht minder statt, wenn auch in geringerem Grade, wenn die Muskeln mit natürlichem Längs- und Querschnitt statt auf die nackten, auf die mit Eiweisshäutchen bekleideten Zuleitungsbäusche aufgelegt werden. Also das Hühnereiweiss, womit die Eiweisshäutchen getränkt sind, wirkt gleichfalls stromentwickelnd, nur schwächer als die Kochsalzlösung. Da aber jene Anordnung diejenige ist, deren man sich in den Versuchen über den Muskelstrom bei natürlichem Querschnitt für gewöhnlich bedient, so erklärt sich daraus, wie die ursprüngliche Schwäche des Stromes und seine Entwickelung unter diesen Umständen so lange habe übersehen werden können. So wurde dasselbe Verhalten an den ganzen Gliedmassen des Frosches deshalb gleichfalls lange übersehen, weil die bei der Prüfung des Stromes gebräuchliche Anordnung auch immer sogleich seine Entwickelung nach sich zog.

Jetzt liegt wohl die Vermuthung sehr nahe, dass auch noch andere Flüssigkeiten, als die Kochsalzlösung und das Hühnereiweiss, sich als zur Entwickelung des Stromes tauglich erweisen werden. Die Rolle, die insbesondere die Kochsalzlösung bisher

in dieser Untersuchung gespielt hat, wird sie wohl nur dem Umstand zu verdanken haben, dass man sich ihrer, bei den thierisch-elektrischen Versuchen, als Zuleitungsflüssigkeit zu bedienen pflegt.

Jene Vermuthung nun hat sich in dem Masse bestätigt, dass ich vielmehr nur zwei Flüssigkeiten gefunden habe, welche gar keine entwickelnde Wirkung auf den Strom ausüben, wenn der natürliche Querschnitt der Muskeln damit benetzt wird. Diese Flüssigkeiten sind das Blut und die Lymphe, welche während des Lebens fortwährend die in die Lymphräume gekehrten natürlichen Oberflächen der Muskeln bespühlt. Alle übrigen Flüssigkeiten, die ich untersucht habe, gleichviel ob leitender oder nicht leitender Natur, und gleichviel von welcher chemischen Beschaffenheit, wirken der Kochsalzlösung ähnlich entwickelnd auf den Strom, wenn der natürliche Querschnitt damit benetzt wird: Säuren, Salzlösungen, Alkalien; Alkohol, Holzgeist, Essiggeist, Schwefeläther, Essigäther, Kreosot, Terpenthinöl; ja sogar fette Oele, Wasser, Zuckerlösung u. a. m. Die Flüssigkeiten wirken augenscheinlich um so stärker und schneller entwickelnd, je differenter sie im Verhältniss zu den thierischen Geweben sind, und je schneller sie dieselben durchdringen.

Ich eile, den ausdrücklichen Beweis zu führen, dass hier an keine elektromotorische Wirkung seitens der entwickelnden Flüssigkeiten zu denken ist. Erstens wirken auch nicht leitende Flüssigkeiten entwickelnd, die nicht als Glieder einer Kette aus mehreren Flüssigkeiten aufzutreten vermögen. Zweitens werden die Flüssigkeiten, welche elektromotorisch zu wirken vermögen, gar nicht so in die Kette gebracht, dass sie dies wirklich zu thun im Stande wären. Denn es wird allein die Ausbreitung der Achillessehne damit benetzt, von wo aus sie ebensowenig elektromotorisch wirken können, als ein Tropfen Schwefelsäure, den man auf einen metallischen Leiter bringt, welcher den Multiplicator zum Kreise schliesst. Demgemäss zeigt es sich denn auch, dass, wenn man dieselben Versuche mit faulenden Muskeln wiederholt, die selbst

mit künstlichem Querschnitt nicht mehr elektromotorisch wirken, keine Spur einer Nadelbewegung entsteht. Endlich ist noch zu erwägen, dass, wenn es sich hier um eine elektromotorische Wirkung durch die Flüssigkeiten, statt um Entwickelung des Muskelstromes handelte, die Richtung des hervortretenden Stromes nicht könnte unabhängig sein von der chemischen Beschaffenheit der Flüssigkeiten. Sie würde bei Säuren die entgegengesetzte sein von der bei Alkalien; in Wirklichkeit aber ist sie in beiden Fällen dieselbe, nämlich aufsteigend, wie es dem Muskelstrom bei dieser Anordnung geziemt.

Den obigen Flüssigkeiten lässt sich nur Eine gemeinsame Eigenschaft zuschreiben, die hier in Betracht kommen kann. Es ist die, je nach ihrer Natur, mit grösserer oder geringerer Stärke und Schnelligkeit die Muskelsubstanz chemisch oder durch Diffusion anzugreifen und sie dadurch elektromotorisch unwirksam zu machen. Da nun der Grad ihrer Wirksamkeit in dieser Beziehung zugleich den Grad ihrer Befähigung zum Entwickeln des Muskelstromes bestimmt, so bleibt nichts übrig, als sich zu denken, dass die stromentwickelnde Wirkung ebendarauf beruht, dass durch die Flüssigkeiten eine dünne Schicht Muskelsubstanz am natürlichen Querschnitt ihrer elektromotorischen Wirksamkeit beraubt wird.

Ist dies die richtige Ansicht von der Sache, so muss es auch gelingen, den Muskelstrom dadurch zu entwickeln, dass man eine dünne Schicht Muskelsubstanz am natürlichen Querschnitt ihrer elektromotorischen Kräfte auf andere Art beraubt, als durch Anätzen mittelst chemisch wirksamer Flüssigkeiten. Wirklich ist dies der Fall. Taucht man den Muskel einen Augenblick lang in Wasser über 75—80° C., benetzt man seinen natürlichen Querschnitt mit Oel von 270° C., oder berührt ihn mit einer heissen Porcellanscherbe, so wird der Strom entwickelt.

Die Bedeutung dieser Erscheinungen kann nun nicht weiter verborgen bleiben. Das Anätzen des natürlichen Querschnittes, das oberflächliche Verbrennen desselben haben offenbar nichts weiter zu sagen, als dass dabei ein künstlicher Querschnitt beziehlich auf

chemischem und kaustischem Wege hergestellt wird. Es ist gleichgültig, ob man mit der Scheere den sehnigen Ueberzug und die Enden der Primitivmuskelbündel abschneidet und so mechanisch ihre elektromotorische Wirksamkeit zerstört, oder ob man diese Enden chemisch oder durch Hitze abtödtet. Wenn aber das Zerstören einer dünnen Schicht Muskelsubstanz am natürlichen Querschnitt dem Muskelstrom plötzlich gestattet, in seiner vollen Stärke hervorzutreten, so kann dies auf nichts anderem beruhen, als darauf, dass am natürlichen Querschnitt eine Schicht Muskelsubstanz vorhanden ist, welche eine der des übrigen Muskels entgegengesetzte elektromotorische Wirkung ausübt, so dass sie jene Wirkung zum Theil compensirt.

Es wird nicht unnütz sein, darauf aufmerksam zu machen, dass zwei andere Hypothesen, zu denen man sich hier leicht verleitet findet, unhaltbar sind. Die eine ist die, dass vielleicht der sehnige Ueberzug durch Widerstand den Muskelstrom bis zu dem Grade schwäche, auf dem er vor Herstellung des künstlichen Querschnittes gefunden wird. Man könne ja nicht wissen, ob nicht die Sehne sehr viel schlechter leite als die Muskelsubstanz. Diese Hypothese ist aus dem Grunde falsch, weil der sehnige Ueberzug gar nicht als Widerstand, sondern als Nebenschliessung in den Kreis eingeht. Dies erkennt man daran, dass, wenn der Strom bereits in einer gewissen Stärke vorhanden ist, und man benetzt den sehnigen Ueberzug mit einer leitenden Flüssigkeit, welche zwar stark entwickelt, aber den Ueberzug nur langsam zu durchdringen vermag, wie dies der Fall ist bei den gesättigten Salzlösungen, so geht dem Ausschlag in aufsteigender Richtung wegen Stromentwickelung ein kleinerer Ausschlag in absteigender Richtung wegen Nebenschliessung vorauf. Zudem kann die Stromentwickelung schon deshalb nicht von dem verminderten Widerstande des sehnigen Ueberzuges herrühren, weil auch solche Flüssigkeiten stromentwickelnd wirken, welche jenen Widerstand nicht vermindern, ja sogar solche, welche ihn nur erhöhen können.

Die andere Hypothese besteht darin, anzunehmen, dass die Berührung der Zuleitungsflüssigkeit des Multiplicatorkreises, gleichviel ob Kochsalzlösung oder Hühnereiweiss, mit dem Sehnengewebe, und die des Sehnengewebes mit dem Muskelgewebe, am natürlichen Querschnitt in der dem Muskelstrom entgegengesetzten Richtung elektromotorisch wirke. Diese Hypothese fällt deshalb, weil der Muskel ja beiderseits mit sehnigen Enden aufgelegt ist, so dass die möglicherweise elektromotorische Combination: Bausch, Sehne, Muskel, sich auf der anderen Seite in umgekehrter Reihefolge wiederholt; ferner deshalb, weil diese Combination in einem Theile des natürlichen Querschnittes, vermöge der anatomischen Verhältnisse, nothwendig stets auch dann noch bestehen bleibt, wenn der sehnige Ueberzug in grösstmöglicher Ausdehnung zerstört wurde, so dass durch diese Zerstörung die hypothetische Gegenkraft nicht könnte vernichtet werden.

Wir kommen demgemäss zurück auf die Voraussetzung, dass am natürlichen Querschnitt, unter dem sehnigen Ueberzuge, eine dünne Schicht von Muskelsubstanz vorhanden ist, welche die elektromotorische Wirkung der übrigen Muskelmasse durch ihre eigene Wirkung zum Theil compensirt. Es handelt sich darum, die Art und Weise, wie dies von Statten gehen könne, etwas näher zu erläutern. Dies wird uns erleichtert werden durch eine Beobachtung, welche auf den ersten Blick ganz im Gegentheil nur geeignet scheint, die Aufgabe noch mehr zu verwickeln.

Während nämlich der Strom zwischen natürlichem Längs- und künstlichem Querschnitt seiner Stärke nach verhältnissmässig nur sehr geringe Schwankungen zeigt, seiner Richtung nach aber an den Muskeln im vollen Besitz ihrer Lebenseigenschaften sich als durchaus beständig erweist, ist der Strom zwischen natürlichem Längs- und Querschnitt nicht nur in ersterer Beziehung einem ausserordentlichen Wechsel unterworfen, sondern kehrt auch unter gewissen Verhältnissen seine Richtung um.

Prüft man, zwischen sehnigen Enden, die Gastrocnemien zahlreicher Frösche auf ihre elektromotorische Wirksamkeit, so

findet man bald Gastrocnemien, die, ohne erst am natürlichen Querschnitt angeätzt worden zu sein, die Nadel fast an die Hemmung führen, bald solche, die nur geringe Ausschläge geben. Ja in einem und demselben Frosche kommen diese Gegensätze zur selben Zeit vereinigt vor, wodurch verständlich wird, weshalb die elektromotorische Wirkung des Gesammtfrosches, vor der künstlichen Entwickelung des Stromes seiner Muskeln durch die Kochsalzlösung der Zuleitungsgefässe, eine gewisse mittlere Grösse zwischen jenen Gegensätzen nicht übersteigt. Worauf diese Schwankungen in der Wirksamkeit der einzelnen Muskeln mit natürlichem Querschnitt beruhen, weiss ich nicht zu sagen. Es giebt aber ein Mittel, ihnen ein Ende zu bereiten, und allen Muskeln dieselbe Stufe der Wirksamkeit mit natürlichem Querschnitt zu verleihen, nämlich sie mit natürlichem Querschnitt völlig unwirksam, oder diesen Querschnitt neutral, statt wie gewöhnlich, negativ gegen den Längsschnitt zu machen. Dies Mittel besteht in der dauernden Erkältung der lebenden Frösche.

Hr. Poggendorff erinnert sich vielleicht der Verlegenheit, in der ich mich im October 1843 befand, als ich ihm den sogenannten Froschstrom zeigen wollte, und die Nadel, anstatt meiner Vorhersage gemäss an die Hemmung zu fliegen, beim Auflegen mehrerer Frösche nacheinander unbewegt auf dem Nullpunkt verharrte. Dies war, wie ich selber damals zum ersten Mal erfuhr, die Schuld der Kälte, der die Thiere während des Lebens ausgesetzt gewesen waren, im Verein mit dem zufälligen Umstande, dass beim Auflegen der Galvani'schen Präparate die Muskeloberfläche mehr, als es sonst der Fall ist, von der Benetzung mit Kochsalzlösung verschont blieb. Seitdem bin ich völlig Herr geworden über diese Erscheinung. Um die Gastrocnemien der Frösche mit natürlichem Querschnitt an meinem Multiplicator für den Muskelstrom ganz oder nahezu stromlos zu machen, genügt ein Aufenthalt des lebenden Thieres von 24 Stunden in der Temperatur des schmelzenden Eises.

Aber nicht allein stromlos kann man die unversehrten Muskeln durch den Aufenthalt der Frösche in der Kälte machen. Setzt man sie höheren Kältegraden aus, so werden die Gastrocnemien mit natürlichem Querschnitt sogar mit ziemlicher Kraft absteigend wirksam, d. h. der natürliche Querschnitt verhält sich, statt, wie gewöhnlich negativ, vielmehr positiv gegen den Längsschnitt. Es liegt darin beiläufig ein neuer Beweis dafür, dass der Unterschied zwischen der Wirkungsweise des Muskels mit künstlichem und der mit natürlichem Querschnitt nicht auf dem Widerstande des sehnigen Ueberzuges beruhe. Während der natürliche Querschnitt dergestalt positiv gegen den Längsschnitt geworden ist, hat der künstliche Querschnitt, wie gesagt, seine Negativität unverändert beibehalten, nur dass der Strom etwas schwächer ausfällt, als an nicht erkälteten Muskeln. Liegt daher der Gastrocnemius eines erkälteten Frosches mit sehnigen Enden stromlos oder absteigend wirksam auf, und man zerstört auf irgend eine Art, mechanisch, chemisch oder kaustisch, eine dünne Schicht Muskelsubstanz am natürlichen Querschnitt, so wird beziehlich der erst unwirksame Muskel aufsteigend wirksam, oder sein erst absteigender Strom schlägt in den aufsteigenden um.

Es ist demnach klar, dass die Muskelschicht am natürlichen Querschnitt, deren elektromotorische Wirkung der der übrigen Muskelmasse entgegengesetzt ist, verschiedener Stufen der Ausbildung fähig ist, so zwar, dass sie die Wirkung der übrigen Muskelmasse bald nur zum Theil compensirt, bald sie völlig aufhebt, bald endlich sie zu überwiegen vermag. Auf folgende Art nun kann man sich dieses Widerspiel elektromotorischer Wirkungen zwischen der ganzen übrigen Muskelmasse und einer am natürlichen Querschnitt gelegenen unmerklich dünnen Schicht leicht und einfach vorstellen.

Man denke sich die Muskeln angefüllt mit Längsreihen positiv peripolarer Gruppen dipolar elektromotorischer Molekeln, deren Axen sämmtlich einander und der Axe der Primitivmuskelbündel

gleichgerichtet sind. *) Die dipolaren Molekeln haben einen positiven und einen negativen Pol. Die Gerade, welche diese Pole verbindet, heisst die elektromotorische Axe. Eine positiv peripolare Gruppe besteht aus zwei solchen Molekeln, deren elektromotorische Axen in derselben Geraden liegen, und deren positive Pole einander zugewendet sind. Die Entfernungen zwischen den dipolaren Molekeln einer und derselben peripolaren Gruppe sind kleine Grössen von höherer Ordnung als die Entfernungen zwischen den dipolaren Molekeln je zweier Gruppen, die einander negative Pole zukehren, so dass ein künstliches Trennungsmittel stets zwischen die peripolaren Gruppen trifft, nie die dipolaren Molekeln einer und derselben Gruppe von einander zu scheiden vermag. Es wird folglich jeder Querschnitt des Systems, wie es in den Nerven und Muskeln der Fall ist, bei Verbindung mit einem Längsschnitt durch einen unwirksamen leitenden Bogen, sich negativ gegen den Längsschnitt verhalten, weil der Längsschnitt ein gleichförmiges Gemisch positiver und negativer Begrenzungen, der Querschnitt nur negative Begrenzungen darbietet.

Fassen wir jetzt einen der freien Endquerschnitte des Systemes in's Auge. Denken wir uns, dass am Ende einer jeden Längsreihe positiv peripolarer Gruppen, welche in dem Querschnitt mit dem negativen Pol einer dipolaren Molekel endigt, noch eine halbe solche Gruppe aufgesetzt werde, oder eine einfache dipolare Molekel, welche der letzten der Längsreihe folglich ihren negativen Pol zukehren muss. Sie kehrt also ihren positiven Pol in's Freie, und wenn wir jetzt einen leitenden Bogen mit seinen beiden Enden dem Längs- und Querschnitt anlegen, wird sich der Querschnitt positiv, statt, wie vorher, negativ, gegen den neutralen Längsschnitt verhalten.

Man sieht also, dass es nur der Hinzufügung einer einfachen Schicht dipolarer Molekeln, d. h. einer Schicht von unmerklicher

*) S. meine Untersuchungen über thierische Elektricität. Berlin. Bd. I. 1848. S. 678, Bd. II. Abth.. I. 1849. S. 323. 324.

Dicke, bedarf, um die Richtung des Muskelstromes, bei gleicher Stärke, in die entgegengesetzte zu verwandeln. Von hier ab hat es natürlich keine Schwierigkeit, auch die Mittelstufen der schwach negativen Wirksamkeit, der Unwirksamkeit und der schwach positiven Wirksamkeit zu erklären. Dazu ist nur nöthig sich zu denken, dass die Schicht überzähliger Molekeln am Querschnitt, welche positive Pole in's Freie kehren, den Querschnitt nicht stetig, sondern nur zum Theil überziehe. Nimmt die Schicht mehr als die Hälfte des Querschnittes ein, so wird der Querschnitt sich positiv gegen den Längsschnitt verhalten, in dem Grade, der dem Verhältniss der positiven und der negativen Begrenzung des Querschnittes entspricht. Dies ist der Fall der absteigend wirksamen Gastrocnemien aus den tief erkälteten Fröschen. Bedeckt die Schicht gerade die Hälfte des Querschnittes, so wird der Querschnitt neutral wie der Längsschnitt, und das System wird, beim Anlegen des Bogens an den Längsschnitt und an den so veränderten Querschnitt, unwirksam erscheinen, wie der Muskel eines 24 Stunden auf Null erkälteten Frosches. Nimmt endlich die Schicht weniger als die Hälfte des Querschnittes ein, so wird sich der Querschnitt negativ gegen den Längsschnitt verhalten, wiederum in dem Grade, der dem Verhältniss der positiven und der negativen Begrenzung des Querschnittes entspricht. Dies ist der Zustand, in welchem die Muskeln für gewöhnlich, und wenn die Frösche nicht der Kälte ausgesetzt waren, angetroffen werden. In allen drei Fällen bedarf es, wie man sieht, nur der Herstellung eines anderen Querschnittes, oder der Vernichtung der elektromotorischen Wirksamkeit einer äusserst dünnen Scheibe des Systems am freien Endquerschnitte, um das System mit seiner vollen Kraft in dem Sinne wirksam zu machen, dass der Querschnitt sich gegen den Längsschnitt negativ verhält. So braucht am Gastrocnemius, um ihn stets mit gleichförmiger Kraft aufsteigend wirksam zu machen, gleichviel welchen Grad und welche Richtung der Wirksamkeit er mit natürlichem Querschnitt besass, eben nur am natürlichen Querschnitt eine dünne

Schicht Muskelsubstanz mechanisch, chemisch oder kaustisch ihrer elektromotorischen Wirksamkeit beraubt zu werden.

Die obigen Schlüsse sind nicht bloss der Theorie entnommen. Ich habe, wie bei früheren ähnlichen Gelegenheiten, nicht versäumt, sie durch Versuche an einem Zinkkupferschema zu erhärten, und habe sie auch diesmal so genau bestätigt gefunden, als es nur immer zu erwarten war bei den ungeheueren Abweichungen, die zwischen dem Muskel und der schematischen Vorrichtung nicht zu vermeiden sind hinsichtlich der Grösseverhältnisse und der Leitungsfähigkeit der verschiedenen Theile, wie auch bei den Störungen, die an der künstlichen Vorrichtung aus der Polarisation der Zinkkupferelemente erwachsen.

Es ist demnach mit der Sicherheit, die überhaupt in diesen Dingen zu erreichen ist, nachgewiesen, dass am natürlichen Querschnitt der Muskeln eine Schicht überzähliger dipolar elektromotorischer Molekeln herrscht, welche positive Pole nach Aussen kehren. Auf der wechselnden Ausbildung dieser Schicht beruht die wechselnde Erscheinungsweise des Stromes der unversehrten Muskeln. Ich nenne diese Schicht, welche bei vielen andern Erscheinungen noch eine wichtige Rolle spielt, die parelektronomische Schicht, von παράνομος, gesetzwidrig, weil nämlich die Molekeln, aus denen sie zusammengesetzt ist, dem von mir sogenannten Gesetze des Muskelstromes entzogen sind, und die übrige Masse des Muskels nach diesem Gesetze zu wirken verhindern. Es ist überflüssig zu erwähnen, dass ich mich von dem Dasein der parelektronomischen Schicht auch bei den Fischen, Vögeln und Säugethieren überzeugt habe. Den Zustand, in welchem die unversehrten Muskeln, in Folge der Erkältung des Thieres während des Lebens, stromlos verharren oder im umgekehrten Sinne wirken, nenne ich den parelektronomischen Zustand der Muskeln. Dieser Zustand ist als ein neues Attribut des Winterschlafes kaltblütiger Thiere aufzuzählen. Ob er auch den Winterschlaf einiger Säugethiere und die Erkältung neugeborner Säugethiere und Vögel begleite, weiss ich

noch nicht; ebensowenig, ob die Muskeln erfrorener Vögel und Säugethiere in diesem Zustande gefunden werden.

Gastrocnemien vom Frosch, die im parelektronomischen Zustande stromlos sind, geben bei der Zusammenziehung einen absteigenden Ausschlag; und die elektromotorische Wirkung solcher, die bereits absteigend thätig sind, nimmt bei der Zusammenziehung zu. Demgemäss wird auch an parelektronomischen Muskeln die secundäre Zuckung nicht vermisst. Die negative Schwankung des Muskelstromes bei der Zusammenziehung ist folglich keine relativ negative, sondern eine absolut negative. Diese Thatsache erklärt, sich nur unter der merkwürdigen Voraussetzung, dass die parelektronomische Schicht keinen Antheil nimmt an dem Molecularmechanismus der Muskelzusammenziehung.

Zur Vervollständigung des Beweises, den ich zu liefern versprach, dass der elektromotorische Gegensatz zwischen Längs- und Querschnitt bereits im lebenden unversehrten Thier vorhanden sei, lässt sich jetzt noch hinzufügen, dass der schwache aufsteigende Strom, den man von den nicht enthäuteten Froschgliedmassen erhält, nachdem man die Hautungleichartigkeiten getilgt hat, durch den Aufenthalt der Thiere in der Kälte ebenso herabgedrückt, ja verkehrt wird, wie der Strom einzelner Muskeln. Sollte aber Einer oder der Andere über jenes, beim ersten Anblick freilich nicht wenig bedenkliche Ergebniss noch nicht ganz beruhigt sein, wonach das Abziehen der Haut einen Einfluss auf die elektromotorische Thätigkeit der Gliedmassen zu äussern schien, so hält es nicht schwer, jetzt auch hier noch den letzten Verdacht zu beseitigen. Man braucht nämlich nur die Lymphräume der Beine, die *poche fémorale* und *jambière* nach Dugès, durch einen so kleinen Hautschnitt zu öffnen, dass man die Canüle einer kleinen Spritze einführen kann, und eine nichtleitende entwickelnde Flüssigkeit einzuspritzen, Alkohol oder Kreosot, so tritt am lebenden sonst unversehrten Thier der Strom sofort in gehöriger Stärke hervor.

Schliesslich will ich darauf aufmerksam machen, dass durch die hier beschriebenen Thatsachen eine längst der Vergessenheit

anheimgegebene Beobachtung Volta's ihre Erklärung findet und wieder zu Ehren kommt. Bekanntlich stellte Volta, als er die Galvani'sche Zuckung ohne Metalle nicht mehr leugnen konnte, die Behauptung auf, dass, damit diese Zuckung erscheine, zwei Bedingungen erfüllt sein müssten. Erstlich müsse am Unterschenkel die Ausbreitung der Achillessehne berührt werden; zweitens müsse die Berührungsstelle mit irgend einer fremdartigen Flüssigkeit verunreinigt sein, am besten mit sauren, salzigen, alkalischen Stoffen. So nämlich suchte Volta die Erscheinung eines Stromes unter den Umständen des Versuches in Einklang zu bringen mit seinem Gesetze, wonach, um das Gleichgewicht der Elektricität dauernd zu stören, die Berührung mindestens dreier ungleichartiger Körper nothwendig war. Denn die damals beliebte Anordnung des Versuches war die, dass der Unterschenkel mit dem enthäuteten Rumpf des Frosches nur noch durch den Sitzbeinnerven zusammenhing, und gegen den Rumpf zurückgebeugt wurde, so dass Muskeln mit Muskeln in Berührung kamen. Nun sollte, nach Volta's Meinung, die Sehne zu den Muskeln den zweiten, die fremde Flüssigkeit den dritten ungleichartigen Körper abgeben.

Volta's Beobachtung ist vollkommen richtig, was die Nothwendigkeit betrifft, dass die Berührung an der Achillessehne stattfinde. Seine Deutung davon ist freilich falsch. Die Berührung muss, wie ich anderwärts gezeigt habe*), an jener Stelle deshalb stattfinden, weil die Sehne einen unwirksamen leitenden Ueberzug über den natürlichen Querschnitt vorstellt, und der Muskelstrom, von dem die Zuckung ohne Metalle herrührt, erst dann seinen Weg z. B. durch den gegen den Unterschenkel zurückgebeugten Nerven nehmen kann, wenn der Nerv Längsschnitt und Querschnitt des Muskels verbindet.

Was die zweite von Volta aufgestellte Bedingung betrifft, so ist sie nur dann richtig, wenn entweder die thierischen Theile so wenig erregbar sind, dass der schwache Strom des natürlichen

*) Untersuchungen u. s. w. Bd. I. S. 72. 526.

Querschnittes nicht im Stande ist, Zuckung zu erzeugen, oder wenn die parelektronomische Schicht so hoch ausgebildet ist, dass die Muskeln fast stromlos sind. Alsdann hilft es allerdings, die Ausbreitung der Achillessehne mit solchen Flüssigkeiten zu benetzen, wie Volta es angiebt, aber jedenfalls nicht allein, weil diese Flüssigkeiten elektromotorisch wirken, sondern unstreitig auch, und zwar zu einem viel grösseren Theile, weil sie die parelektronomische Schicht zerstören, und einen künstlichen Querschnitt chemisch herstellen. Der Beweis ist leicht geführt. Erstens verfehlt die Benetzung auch dann ihre Wirkung nicht, wenn man den Nerven gegen die Achillessehne selbst umbeugt, wo die Flüssigkeiten gar nicht hingekommen sind. Zweitens kann man sich, statt nach Volta's Angabe saurer, salziger und alkalischer Flüssigkeiten, mit demselben Vortheil nichtleitender entwickelnder Flüssigkeiten bedienen, z. B. des Kreosots, wo von elektromotorischer Wirkung nicht die Rede ist. Noch besser endlich gelingt der Versuch, wenn man die ätzenden Flüssigkeiten durch die Scheere ersetzt, und den künstlichen Querschnitt, statt nach Volta chemisch, lieber einfach mechanisch herstellt.

IX.

Beitrag zur Kenntniss der Verdauung der eiweissartigen Körper des Pflanzenreichs.

Von

Dr. Rinse Cnoop Koopmans.

Aus dem „Nederlandsch Lancet“ von Donders mitgetheilt.

Durch die zahlreichen Untersuchungen vieler Beobachter ist die Lehre der Verdauung bereits auf einer ziemlich hohen Stufe der Vollkommenheit angelangt. In unseren Kenntnissen über die Veränderungen, welche die Nahrungsstoffe während ihres Aufenthalts im Magen erleiden, ist inzwischen eine Lücke vorhanden, die, ohne gerade empfindlich zu sein, früher oder später ausgefüllt werden muss. Sie hat ihren Grund in einer der schönsten Entdeckungen dieses Jahrhunderts, in der zuerst von Mulder deutlich aufgestellten Behauptung, dass sowohl in den pflanzlichen wie in den thierischen Nahrungsmitteln dieselben Eiweisskörper nur in einer verschiedenen Form enthalten sind. Darum hat man bei den Untersuchungen über die Verdauung hauptsächlich die Veränderungen beachtet, welche thierisches Eiweiss im Magen erleidet, und diese auch auf pflanzliche Nahrung übertragen, während man die im Pflanzenreich auftretenden eiweissartigen Stoffe selbst in dieser Rücksicht nur gelegentlich vornahm. Dafür nahmen die stickstofffreien Bestandtheile der Pflanzen die Aufmerksamkeit mehr in An-

spruch. Obwohl es nun nicht wahrscheinlich war, dass sich bei einer genaueren Untersuchung grosse Unterschiede herausstellen würden, hielt doch Brücke in Wien, bei dem es mir vergönnt war, einige Monate zu arbeiten, eine planmässige Erforschung des Gegenstandes nicht für überflüssig. Er rieth mir, die Veränderungen der pflanzlichen Eiweisskörper im Magen mehr, als es bisher geschehen war, in's Einzelne zu verfolgen. Hierdurch wurde ich veranlasst, bereits in Wien einige darauf bezügliche Versuche anzustellen. Als ich mich später nach einer Aufgabe für eine Probeschrift umsehen musste, schienen diese Untersuchungen hierfür einen geeigneten Stoff bieten zu können. Ich habe daher die meisten schon früher vorgenommenen Versuche in der Werkstatt von Donders wiederholt und erweitert, um dieselben, so weit es anging, zu einem Ganzen zu verarbeiten. Das andauernde Wohlwollen und die freundliche Hülfe, die ich in jeder Hinsicht von diesen beiden Gelehrten genossen, sind für mich unschätzbar.

Bei einer Untersuchung über die Verdauung der pflanzlichen Eiweisskörper glaubte ich zugleich eine nähere Beantwortung der Frage, mit welchen Eigenschaften dieselben in den Pflanzen enthalten sind, anstreben zu müssen, und zwar um so mehr, da die Handbücher der Pflanzenkunde in ihren Angaben darüber sehr karg sind, während doch in den Samen der Hülsenfrüchte und der Getreide besser als irgendwo Gelegenheit gegeben ist, ihre Merkmale in der Form eines Zelleninhalts zu erforschen und mit einander zu vergleichen, was für die Kenntniss ihres Naturzustandes offenbar von grosser Wichtigkeit sein muss.

Im Uebrigen ergab sich der Gang der folgenden Mittheilungen von selbst aus den Beobachtungen Anderer, so weit sie mir bekannt geworden sind. Zunächst untersuchte ich, ob zur Auflösung der eiweissartigen Körper, die in den Getreiden und Hülsenfrüchten vorkommen, Pepsin erforderlich ist; sodann ob sie bei ihrer Auflösung im Magensaft eine eigenthümliche Umwandlung (Pepton-Bildung) erfahren, und welche Eigenschaften sie hierdurch erhalten; endlich ob ein Unterschied in dem Säuregehalt der Verdauungs-

säfte Einfluss auf die Auflösung hat, und ob der letztere derselbe ist, wie der für die verwandten Stoffe *).

Die Versuche an lebenden Thieren, die ich erst in der letzten Zeit in Utrecht unternahm, sind wegen der Schwierigkeit, die geeigneten Thiere zu erhalten, nur wenig zahlreich. Da sie indess nur zur Prüfung eines auf anderem Wege gewonnenen Ergebnisses dienen sollten, reichten wenige Versuche zur Erfüllung des Zweckes hin, und ich glaubte sie deshalb nicht zurückhalten zu müssen, bis ich mehre zur Verfügung hätte. Eine grössere Anzahl solcher Beobachtungen wäre freilich geeignet, über manche Fragen in der Lehre der Verdauung mehr Licht zu verbreiten.

Um die Untersuchung nicht zu weit auszudehnen, habe ich mich ausschliesslich auf die Magenverdauung beschränkt und zum Vergleich mit den untersuchten Stoffen nur geronnenes thierisches Eiweiss benutzt.

Ueber die Verdauung der eiweissartigen Stoffe der Getreide.

Die meisten Getreidesamen enthalten eine grosse Menge eiweissartiger Stoffe, die jedoch je nach den Arten und sogar für eine und dieselbe Art je nach dem Standort wechselt **). Moleschott hat in seiner Physiologie der Nahrungsmittel viele Angaben über die Getreide zusammengestellt, welche dies darthun. Der Bau der Samen und die Art, in welcher die eiweissartigen Stoffe darin vorkommen, wurde namentlich von Donders untersucht ***). Hierbei

*) Die Erwähnung von Einzelnheiten, welche unseren Gegenstand nicht unmittelbar berühren, die ausführlichere Behandlung von Punkten, durch welche eine Meinungsverschiedenheit veranlasst wurde, und die kurze Andeutung von allgemein anerkannten Thatsachen haben indess hier und da Abweichungen von dem ursprünglichen Eintheilungsplan mit sich geführt.

**) Bei der Bereitung von Kleber aus Ungarischem und Holländischem Weizen war dieser Unterschied besonders auffallend. Hier (in Utrecht) war viel mehr Mehl erforderlich, um dieselbe Menge Kleber zu erhalten, als in Wien.

***) Nederlandsch Lancet, 2. Serie, IV.

wurde hauptsächlich gefunden, dass unter der Oberhaut, welche später von Fles*) noch genauer erforscht ward, je nach der Art des Getreides eine oder mehre Schichten dickwandiger Zellen vorkommen, deren Inhalt aus einem körnigen Eiweissstoff besteht, mit einer ziemlich bedeutenden Menge Fett, welches durch die Einwirkung von verdünnten Säuren und Alkalien zu grossen Tropfen zusammenfliesst; Stärkmehl enthalten diese Zellen nicht. Hierauf folgen dann grössere, ganz mit Stärkmehl erfüllte Zellen. Es wurde zugleich nachgewiesen, dass diese Randzellen beim Beuteln des Mehls mit der Kleie verbunden bleiben. Bei einer Untersuchung der Weizenkörner fanden wir diese Angaben durchaus bestätigt, wir beobachteten aber auch in den stärkmehlhaltigen Zellen noch einen Stoff, welcher zu grösseren Massen verbunden in Beccaria's Kleber vorkommt. An dem Rande von Theilschnitten finden sich zahlreiche feine faserige Gebilde, welche den Faserstofffäden eines frischen Blutgerinnsels sehr ähnlich sind; an den meisten hängen zahlreiche kleine Stärkmehlkörner; einzelne sind zwischen dem Inhalt einer Zelle und einem daneben liegenden Klümpchen von Stärkmehlkörnchen ausgespannt. Durch Bewegungen des Deckgläschens werden sie abgerissen, und schnellen zurück, wodurch bewiesen wird, dass sie klebrig und federkräftig sind, während diese Beobachtung zugleich erklärt, warum sie in den Zellen selbst zwischen dem dicht angehäuften Stärkmehl nicht als Fasern beobachtet werden. Durch Aetzkali werden sie auf der Stelle gelöst, durch verdünnte Säuren erst nach langer Zeit. In Aether und kaltem Alkohol sind sie unlöslich; Jod färbt sie stark gelb. Nach einiger Zeit erleiden diese Fäden in Alkohol und auch schon in blossem Wasser eine eigenthümliche Veränderung; sie zerfallen in zahlreiche, sehr kleine Kügelchen, welche an fein vertheiltes Fett oder Stärkmehl erinnern; die Unlöslichkeit in Aether und das Verhalten zum Jod beweisen indess die Verschiedenheit. Eine ähnliche, aber in umgekehrter Richtung erfolgende Umwandlung

*) Nederlandsch Lancet, 2. Serie, VI.

der Form beobachtet man in einer durch kochenden Alkohol aus Beccaria's Kleber erhaltenen Lösung des Pflanzenleims. Beim Erkalten trübt sich die Flüssigkeit und zwar durch die Ausscheidung von lauter gleich grossen Kügelchen, die mit den beschriebenen durchaus übereinstimmen; nach einiger Zeit vereinigen sie sich mit einander und bilden dann erst einen sehr federkräftigen, klebrigen, fadenziehenden Stoff, den Pflanzenleim. Auch in gereinigtem Weizenmehl begegneten wir diesem Körper; die kleinsten Stärkmehlkörnchen bilden hier zum Theil, ohne dass sie in einer Zelle eingeschlossen wären, kleine Gruppen, indem sie durch diesen Stoff zusammenkleben. Die übrigen Getreidesamen enthalten viel weniger Kleber; die Fasern sind hier auch nur in sehr geringer Menge zu sehen, und die stärkmehlhaltigen Zellen sind viel durchsichtiger. In dem Mehl ist die Stärke denn auch viel weniger zu Klümpchen verbunden, während in dem aus Hülsenfrüchten gewonnenen diese Formen gar nicht auftreten. Ausser in der Form der Stärkmehlkörner ist also das Mehl, welches aus verschiedenen Pflanzen gewonnen wurde, auch in dieser Rücksicht verschieden.

Neben den genannten haben wir in den Getreidesamen keinen eiweissartigen Körper finden können; ob Beccaria's Kleber allein aus den bezeichneten besteht, oder ob noch ausserdem unlösliches Pflanzeneiweis in den Zellen vorkommt, lässt sich auf mikrochemischem Wege nicht ermitteln.

In Beccaria's Kleber ist auf jeden Fall der eiweissartige Stoff der Getreide in möglichst wenig verändertem Zustande gegeben, was bei dem gereinigten Pflanzenleim und dem unlöslichen Pflanzeneiweiss nicht der Fall ist*); er eignet sich also am besten

*) Diese Stoffe wurden daher nur flüchtig untersucht und dabei Folgendes gefunden: Unlösliches Pflanzeneiweiss (Mulder), welches als fester Rückstand bleibt, wenn Beccaria's Kleber mit Alkohol gekocht wird, ist nach dem Trocknen dunkelgrau, hart, spröde, ohne Federkraft; in Wasser bekommt es wieder die Eigenschaften von gekochtem Kleber: es wird durch verdünnte Säuren nicht, wohl aber durch verdünnte Säure und Pepsin wieder aufgelöst.

zu Versuchen über die Verdauung der eiweissartigen Körper im Magen. Der Zellstoff, welcher selbst nach dem geduldigsten Auswaschen und Auskneten im Weizenmehl zurückbleibt, kann deshalb keinen schädlichen Einfluss ausüben, weil er nicht als geschlossene Zellwand, wie dies bei der Kleie der Fall ist (siehe S. 161), den Zutritt der Verdauungssäfte verhindert; dasselbe gilt auch für das Stärkmehl, indem der geringe Betrag dieser Beimengungen für die Mengenbestimmungen unerheblich ist.

Aus diesem Grunde wurde meistens der Stoff, welcher nach sorgfältigem Auskneten des Weizenmehls zurückbleibt, sowohl roh als gekocht, untersucht, da er in diesen beiden Zuständen in der Nahrung vorkommt.

Der rohe, äusserst federkräftige, klebrige, gelblich graue Kleber lässt sich ohne wesentliche Veränderung seiner Eigenschaften nicht lange im frischen Zustand aufbewahren. Der Luft ausgesetzt, trocknet er sehr rasch, bekommt eine viel dunklere Farbe und wird von verdünnten Säuren nicht mehr angegriffen. Kleber dagegen, welcher eine Zeit lang in einem Eiskeller gestanden hatte, war viel feuchter geworden als früher, hatte nicht seine klebrige, wohl aber seine federkräftige Beschaffenheit verloren, und wurde jetzt schon von destillirtem Wasser allein gelöst. Der Geruch war noch durchaus rein. An einem warmen Ort, mit destillirtem Wasser befeuchtet, riecht er nach einigen Tagen sehr stark nach faulendem Käse; in dem Filtrat entsteht nun durch Siedhitze ein bedeutendes Gerinnsel, während die Flüssigkeit klar bleibt, wenn zuvor Aetzkali zugesetzt wurde *).

Aus dieser Neigung des Klebers zur Zersetzung erwächst für die Untersuchung keine geringe Schwierigkeit; mit ganz frischem

---

Pflanzenleim (Mulder), welcher beim Erkalten des Alkohols, in welchem Kleber gekocht ist, zumal nach Wasserzusatz, sich ausscheidet, ist nach der Behandlung mit Aether eine klebrige, zähe Masse, welche in Essigsäure und Kali gelöst wird; er verschwindet nach einiger Zeit nicht bloss in angesäuertem, künstlichem Magensaft, sondern auch in verdünnter Salzsäure.

*) Liebig macht dieselbe Angabe in seinen chemischen Briefen, S. 417.

Kleber zu arbeiten, ist durchaus unerlässlich; darum haben wir ihn nie anders als im frischen Zustande angewandt. Das Auspressen von Mehl unter Wasser in einem Leinentuch verdient aber wohl den Namen eines der langwierigsten Kunstgriffe, welche die Chemie aufzuweisen hat.

Folgende Frage wollten wir zunächst beantworten: kann Kleber durch eine verdünnte Säure allein gelöst werden, oder ist hierzu die Mitwirkung von Pepsin erforderlich?

Ueber diesen Punkt sind die Schriftsteller, die wir zu Rath ziehen konnten, verschiedener Ansicht. Eberle*) giebt an, dass von allen Stoffen, die er untersuchte, Kleber durch Essigsäure und auch durch Salzsäure am meisten verändert wird; er sah jedoch niemals vollständige Auflösung. Ob sein Kleber durch viel Stärkmehl verunreinigt war, erwähnt er nicht; der nicht gelöste Theil wurde auch keiner genauen Untersuchung unterworfen; die Annahme ist also zulässig, dass der Rückstand vorzugsweise durch Stärkmehl gebildet ward.

Schwann**) fand, dass Kleber in verdünnter Salzsäure, besser noch in einem Gemenge von Salzsäure und Essigsäure, leicht gelöst wird, „mit Hinterlassung eines geringen Rückstandes". Er schliesst denn auch: „So scheint es zur Erklärung hinreichend, anzunehmen, dass Kleber u. s. w. durch die blosse freie Säure des Magensaftes aufgelöst und umgewandelt wird."

Bei der Besprechung des unlöslichen Pflanzeneiweisses und des Pflanzenleims sagt Mulder***): „Um zu versuchen, wie verdünnte Säuren mit einem Stückchen des Magens auf diese beiden Körper einwirken, wurde Beccaria's Kleber, also ein Gemenge von beiden mit Zellstoff, frisch bereitet mit verdünnter Salzsäure (1/2 Tausendtel) und Magen bei 37°, 5 C. behandelt. Nach einigen Tagen war der sogenannte Kleber von Beccaria gelöst, mit Ausnahme des Zellstoffs, der den unlöslichen Rückstand bildete.

*) Eberle, Physiologie der Verdauung, S. 67.

**) Müller's Archiv, 1836, S. 132.

***) Mulder, Physiologische Scheikunde, S. 1365.

Demnach werden sogenanntes geronnenes Pflanzeneiweiss und Pflanzenleim in der Wärme durch Salzsäure und Magensaft gelöst, folglich auch im Magen eine Auflösung derselben bewirkt. Durch blosse Salzsäure kam es nicht zur Auflösung."

Nach Bouchardat und Sandras*) wird Kleber, ebenso wie Faserstoff u. s. w., in verdünnter Säure allein gelöst; hat man ihn vorher gekocht, dann verändert er sich nicht mehr.

Lehmann**) berichtet, dass verdünnte Säure allein den Kleber nicht so gut bewältigt wie verdünnte Säure und Pepsin.

Liebig***) sagt Folgendes: „Der Weizenkleber löst sich in Wasser, dem man auf die Unze einen Tropfen Salzsäure zugesetzt hat, beinahe ganz zu einer trüben Flüssigkeit auf, in welcher, wie in der Lösung, die man in gleicher Weise aus Muskelfleisch erhält, durch Kochsalzlösung ein Gerinnsel entsteht."

Frerichs†) schreibt auch den verdünnten Säuren allein lösende Kraft zu. Er sagt: „Kleber wird ziemlich schnell durch künstlichen Magensaft gelöst; in 4 bis 6 Stunden war die Masse in eine trübe Flüssigkeit verwandelt. Dieselbe Wirkung äussern auf rohen Kleber reine verdünnte Säuren. Langsamer erfolgte die Auflösung, wenn die Substanz vorher eine Zeit lang der Siedhitze ausgesetzt war; hier schien die Gegenwart der Magenfermente unerlässlich."

Mialhe††) und Longet†††) geben beide an, dass Kleber sich sowohl in Säure allein, wie in künstlichem Magensaft auflöst, dass aber die Eigenschaften der Lösungen von einander verschieden sind.

---

*) Mialhe, Chimie appliquée à la Physiologie, 1856, p. 94.

**) Lehrbuch der physiologischen Chemie.

***) Chemische Briefe, S. 417.

†) Wagner's Handwörterbuch der Physiologie, Artikel Verdauung, S. 811.

††) Mialhe, a. a. O. S. 120.

†††) Longet, Nouvelles recherches relatives à l'action du suc gastrique etc. Gazette médicale de Paris. Février 1855. (Extrait d'une note présentée à l'Académie.)

Bei unseren Versuchen sahen wir niemals eine Auflösung von gekochtem Kleber durch blosse Säure, ein Punkt, über den auch alle Schriftsteller einstimmig sind. Nach mehrtägiger Einwirkung einer Wärme von 38° war die Form noch durchaus dieselbe geblieben, während die überstehende Flüssigkeit durchaus klar war. Hatten wir den Kleber vorher getrocknet, so nahm er zwar Wasser auf und wurde wieder etwas weniger grau, allein von einer Auflösung konnte nicht die Rede sein. Durch verschiedene Prüfungsmittel konnte auch kein in der Säure gelöster organischer Stoff nachgewiesen werden. Wurde nun aber Magensaft zur Flüssigkeit hinzugesetzt, dann erfolgte eine vollständige Auflösung, natürlich mit Ausnahme einer geringen Menge, die sich bei der mikroskopischen Untersuchung zum grössten Theil als Zellstoff und Stärkmehl ergab. Gekochter Kleber erfordert also jedenfalls immer die Anwesenheit von Pepsin, um gelöst zu werden.

Dass die scheinbar so leicht zu beantwortende Frage, ob roher Kleber in einer verdünnten Säure allein schon gelöst werden kann, dennoch nicht so einfach ist, lehren die sehr abweichenden Angaben, die oben angeführt wurden; die meisten Schriftsteller nehmen freilich eine Auflösung an.

Wiederholt haben wir Kleber mit verdünnter Säure behandelt und in den meisten Fällen mit übereinstimmenden Erfolgen. Im frischen Zustande löst sich der Kleber zu einer mehr oder weniger trüben Flüssigkeit auf; wenn er aber nur ein Paar Tage nach der Darstellung gestanden hat, ist diese Eigenschaft zum grössten Theile bereits eingebüsst. Nachdem die verdünnte Säure einige Stunden auf ihn eingewirkt hat, ist seine Federkraft beinahe vollständig verschwunden; beim Umschütteln lösen sich viele feine Theilchen von dem Kleberstückchen ab, welche die ganze Flüssigkeit milchicht machen. In einer hinreichenden Menge sehr verdünnter Säure (siehe unten) verschwindet er ganz (bis auf ein wenig Zellstoff), in der Brutwärme gewöhnlich nach Verlauf eines Tages, in etwas längerer Zeit ohne Beihülfe erhöhter Wärme.

Eine geringe Trübung bleibt dennoch zurück, und man kann selbst durch ein mehrfaches Filter keine ganz klare Flüssigkeit gewinnen.

Giebt es nun einen ausreichenden Grund, um den Kleber gelöst zu nennen, oder beweist das anders zurückgeworfene Licht, dass er in einer stark verdünnten Säure den festen Zustand beibehält? Im letzteren Falle kann der Kleber als fester Körper niemals durch die Wände der Blutgefässe eindringen, da dies nur durch Diffusionsströme erzielt wird; in dem ersteren Falle wäre diese Schwierigkeit gehoben, und, wenn nicht andere Hindernisse im Wege ständen, würde Kleber, auf welchen nur verdünnte Säure eingewirkt hat, in die Säfte des thierischen Körpers übergehen können.

Bei mikroskopischer Untersuchung finden sich in einer salzsauren Kleberlösung einzelne Theilchen, die, so klein sie immer sein mögen, durch ihre scharfen Umrisse sich entschieden als ungelöst erweisen. — Die umgebende Flüssigkeit ist indess nicht vollkommen klar; ohne dass es gelingt, Formen zu erkennen, ist etwas Nebelhaftes im Sehfeld vorhanden, was auch ein ausgezeichnetes Mikroskop von Kellner nicht aufzulösen vermag, bisweilen ist diese Trübung so gering, dass die Unreinheit des Feldes sich erst beim Vergleich mit destillirtem Wasser zu erkennen giebt. Ein Zusatz von Ammoniak verändert das Bild. Die früher unbestimmten, wir möchten sagen: nebelhaften Formen, klären sich auf; es entstehen ziemlich regelmässige, scharf begrenzte, äusserst kleine Kügelchen; an dem Rande des hinzugeflossenen Tropfens ist der Uebergang von den nebelhaften zu den begrenzten Theilchen deutlich; darauf folgt die Reihe scharf umschriebener Kügelchen, und endlich die alkalische Flüssigkeit, in welcher sich der Kleber nun vollkommen gelöst hatte, ohne eine Spur von Trübung zu hinterlassen.

Hierauf gründen wir die Ansicht, dass Kleber in verdünnter Säure allein nicht vollständig gelöst wird, dass er sich aber auch nicht ganz unverändert, bloss aufgeschwemmt, darin findet, da man in diesem Falle schärfer begrenzte Formen durch das Mikroskop entdecken müsste. Am nächsten liegt die Annahme, dass eine Auf-

quellung der feinsten Theilchen sich ereignet. Eine sichtbare Aufquellung der ganzen Masse, wie beim Faserstoff, kommt indess beim Kleber nicht vor. Wir können uns jedoch in diese Fragen nicht weiter vertiefen, wenn wir aber in Zukunft, um Weitläufigkeiten zu vermeiden, von einer sauren Kleberlösung reden, so ist damit immer dieser nicht näher zu beschreibende Zustand gemeint.

Obgleich also dieser Zustand keine Auflösung genannt werden kann, so löst sich doch der Kleber in angesäuertem, künstlichem Magensaft vollständig auf; unter dem Mikroskop ist sogar in den meisten Fällen keine Trübung sichtbar; zerrissene Zellenwände, Stärkmehl oder andere vom Magensaft herrührende Beimengungen bleiben allein ungelöst zurück.

Ueber eine andere Frage, deren Beantwortung uns jetzt obliegt, herrscht dagegen grosse Meinungsverschiedenheit. Es ist dieselbe, welche auch bei den übrigen eiweissartigen Körpern so viele abweichende Ansichten veranlasst hat, und bezieht sich auf die Eigenschaften der im Magensaft gelösten Stoffe, wenn man sie mit ihrer ursprünglichen Beschaffenheit vergleicht.

In dem Mengenverhältniss ihrer Grundstoffe stimmen die durch die Auflösung im Magensaft gewonnenen Erzeugnisse, nach den Untersuchungen von Mulder, Vogel und Lehmann, mit den ursprünglichen Körpern überein; ihr Verhalten zu Prüfungsmitteln ist indess durch die Gegenwart des Pepsins verändert.

Schwann wies nach, dass gekochtes Eiweiss nicht bloss gelöst wird, sondern auch andere Eigenschaften durch künstlichen Magensaft erhält. Für Kleber und einige andere Stoffe war das Ergebniss inzwischen nicht gleich; er verglich die Merkmale, welche Tiedemann und Gmelin an natürlich verdautem Kleber beobachtet hatten, mit denen der salzsauren Lösung und fand zwischen beiden keinen Unterschied.

Bouchardat und Sandras hatten denselben Erfolg.

Eberle's Untersuchungen geben nicht viel Aufschluss; er fand nämlich, dass der Kleber durch die Magenverdauung nicht in einen der bekannten thierischen Stoffe übergeht.

Lehmann berichtet, dass er aus Kleber, gleichwie aus anderen eiweissartigen Stoffen, ein „Pepton“ bereitet habe.

Mialhe und Longet fanden gleichfalls die Lösung des Klebers verschieden, je nachdem sie mit oder ohne Pepsin bereitet war.

Einer scharfen Beantwortung dieser Frage stellen sich beim rohen Kleber Schwierigkeiten entgegen, die bei den gekochten eiweissartigen Körpern beinahe ganz wegfallen.

Durch die Einwirkung der Säure allein zerfällt nämlich der Kleber in feine Theilchen, die durch ein Filter nicht zurückgehalten werden; diese Umwandlung wird auch bei der Anwesenheit von Pepsin stattfinden, so dass in dem Filtrat also meistens nicht bloss durch Pepsin angegriffener, sondern auch durch blosse Säure veränderter Kleber vorkommen wird. Verschiedene Umstände, die grössere oder geringere Wirksamkeit der in Umsetzung begriffenen Hefe, die Dauer der Einwirkung der Flüssigkeiten u. s. w., werden es bedingen, welcher der beiden Zustände des veränderten Klebers vorherrscht, ob also die Prüfungsmittel Verschiedenheit ergeben werden oder nicht.

Wir neigen zur Ansicht, dass hierin einer der Gründe liegen dürfte, warum so verschiedene Angaben möglich sind; wir fanden selbst sehr häufig abweichende Verhältnisse, die sich von keiner anderen Ursache herleiten liessen, da wiederholt dieselbe Flüssigkeit zu verschiedenen Zeiten einen Unterschied der Merkmale erkennen liess, der allein durch eine stets fortschreitende Umwandlung der gelösten Stoffe bedingt sein konnte.

In einem ganz klaren Filtrat des mit künstlichem Magensaft behandelten Klebers entstand jedoch durch Sättigung der freien Säure kein Niederschlag, und ebenso wenig durch den Zusatz von Salzen mit alkalischer Basis.

Eisenkaliumcyanid und Salpetersäure lieferten ungleiche Ergebnisse; für Eiweiss wurde dies schon von Anderen bemerkt; die Stärke der Säure und die Menge der aufgelösten Peptone üben hierauf grossen Einfluss aus. In einer reichen Auflösung von Eiweiss-Pepton sahen wir häufig durch Zusatz von Salpetersäure einen

Niederschlag entstehen; nach Verdünnung mit Wasser entstand nicht einmal eine Trübung. Nach Lehmann's Vorschrift, durch Fällung mit starkem Alkohol, erhielten wir einen weissen Stoff, der zu seiner Beschreibung sehr gut stimmte; Salpetersäure brachte indess eine geringe Trübung in der Lösung hervor, während diese ausserordentlich schwach sauer war.

Ein Hauptunterschied, den Mialhe*) zwischen eiweissartigen Körpern macht, je nachdem sie durch blosse Säure, oder unter dem Einfluss von Pepsin gelöst wurden, fanden wir beim Kleber nicht. Er sagt nämlich, dass sie aus jenen sauren Lösungen beim Zusatz von Lab nach Art der Milch gerinnen, um dann erst später sich wieder aufzulösen.

Dies sollte für alle eiweissartigen Körper gelten, sowohl für gelöstes Eiweiss, wie für Faserstoff und Kleber. So oft wir dies auch versuchten, der Erfolg war immer derselbe; ein deutlicher Niederschlag entstand niemals, wenn ein ganz neutraler Auszug der Magenschleimhaut verwandt wurde. Durch die zahlreichen Theilchen, welche immer in der Flüssigkeit aufgeschwemmt waren, wenn die Schleimhaut als solche in Anwendung kam, war es nicht wohl zu entscheiden, ob ein Niederschlag gebildet wurde, oder nicht. Allein obgleich hier bisweilen das Urtheil schwierig war, so kann doch von einem Gerinnsel, welches mit dem durch Lab in Milch entstehenden zu vergleichen wäre, nicht die Rede sein. Durch den Zusatz von saurem Magensaft entstand in den meisten Fällen ein Niederschlag in der salzsauren Auflösung, allein derselbe bildet sich auch durch blosse Säure; es besteht also kein Grund, dem Pepsin hierbei eine thätige Rolle zuzuschreiben. Longet**) giebt dagegen ein Unterscheidungsmerkmal an, das auch von uns beobachtet wurde. Er sagt nämlich, dass bei der Anwesenheit von Peptonen durch die Trommer'sche Probe kein Zucker nachgewiesen werden kann, da das Kupferoxyd dann nicht reducirt wird, während in blosser

*) Mialhe, Chimie appliquée, etc. l. c. p. 118.

**) Longet, a. a. O.

Säure aufgelöste eiweissartige Stoffe diese Wirkung nicht verhindern; er führt ferner an, dass diese Eigenschaft den aufgelösten Peptonen auch in der Pfortader verbleibt*).

Wir fanden wiederholt bestätigt, dass, bei gleichen Mengen Zucker und Probeflüssigkeit, sowohl der nur in verdünnter Säure, wie der im Magensaft gelöste Kleber die blaue Farbe der Flüssigkeit auf der Stelle mehr violett machte. Nachdem aber die Lösung kurze Zeit bis auf 100° erhitzt worden, verwandelte sich die Farbe im ersteren Falle in eine braungelbe, was in dem zweiten Fall erst nach längerer Zeit, und bisweilen gar nicht erfolgte. Nach der Filtration durch thierische Kohle wurde in beiden Lösungen das Kupferoxyd beim Sieden vollkommen in Oxydul verwandelt, so dass die überstehende Flüssigkeit sich klärte. In reinem, künstlichem Magensaft kam es bald zu einer vollständigen Reduction, bald nicht, wiewohl er in beiden Fällen starke Lösungskraft besass. In dem einen Fall war die Schleimhaut nur eine kurze Zeit lang bei gewöhnlichem Wärmegrad mit Wasser behandelt worden, in dem anderen war der Magensaft bei 38° bereitet und schon etwas älter Es hatten sich also Peptone aus der Schleimhaut selbst gebildet, welche die deutliche Reaction verhinderten.

Diese mehr oder weniger vollkommene Umwandlung des Kupferoxyds in Oxydul ist indess, wenn man sie auf diese Weise beurtheilt, kein sehr sicheres Prüfungsmittel für Peptone, da alle eiweissartigen Körper, wie wir durch Lehmann und Andere wissen, die Entstehung eines Niederschlags, der sich rasch ausscheidet, in

*) Auf diese Weise würde Zucker, ohne dass man ihn nachweisen könnte, aus dem Darmkanal der Leber zugeführt Als Beweis gegen eine in der Leber stattfindende Zuckerbildung hat dieser Umstand indess gar keinen Werth, was Bernard (Leçons de Physiologie expérimentale, 1855) denn auch mit Klarheit dargethan hat. Bernard untersuchte das Blut immer erst, nachdem es wiederholt durch thierische Kohle filtrirt war; alle eiweissartigen Stoffe werden hierdurch zurückgehalten, und als Gegenversuch wurde dann noch die Gährung eingeleitet. Longet selbst räumt ein, dass Peptone die Gährung nicht verhindern.

höherem oder geringerem Grade verhindern. In folgender Weise angewandt, könnte es aber wohl dazu dienen, eiweissartige Körper von einander zu unterscheiden. Gewöhnliches Eiweiss gerinnt nämlich durch Siedhitze. In einer verdünnten Säure aufgelöste eiweissartige Körper bleiben bei 100° gelöst, werden aber durch schwefelsaures Natron gefällt. Peptone werden weder durch Siedhitze, noch durch schwefelsaures Natron ganz unlöslich, wohl aber durch thierische Kohle zurückgehalten. Wenn also in einer sauren Flüssigkeit der Zusatz einer geringen Menge Traubenzucker durch die Trommer'sche Probe nicht entdeckt werden kann, nach dem Sieden aber die Reduction sich ereignet, so ist gewöhnliches Eiweiss zugegen; entsteht die letztere erst nach der Behandlung mit schwefelsaurem Natron, dann ist ein durch die Säure veränderter eiweissartiger Körper entfernt worden; bedarf es jedoch einer Filtration durch thierische Kohle, um das Kupferoxydul deutlich auszuscheiden, dann kann man die Anwesenheit eines Peptons annehmen, wenigstens wenn ausserdem keine anderen Stoffe in der Flüssigkeit sich finden, welche die Reaction stören können*).

*) Nur J. Dalton (Froriep's Notizen Bd. I., No. 5, 1856, entlehnt aus dem American Journal of the Medical Sciences. Philadelphia. Oct. 1854) macht auf die Schwierigkeit aufmerksam, welche dem Nachweis von geringen Mengen Traubenzucker in natürlichem Magensaft durch die Trommer'sche Probeflüssigkeit entgegensteht; er konnte denn auch nach dem Genuss von gekochtem Stärkmehl in dem Magen seiner Hunde keinen Zucker auffinden. Die Angaben der übrigen Schriftsteller sind in dieser Beziehung sehr abweichend. Bidder und Schmidt beobachteten zwar die Umwandlung in Zucker durch Speichel, der mit Magensaft vermischt war, ausserhalb des Körpers, aber niemals in dem lebenden Thiere selbst; Lehmann dagegen fand immer Zucker; auch Funke und Andere berichten dasselbe. Namentlich hat O. v. Grünewaldt (Archiv für physiologische Heilkunde, 1854) bei seiner Esthnischen Bäuerin diesen Punkt untersucht und bewiesen, dass gekochtes Stärkmehl (ungekochtes verwandelt sich nicht) im Magen in Zucker umgesetzt wird, wenn die Menge des Speichels gross genug ist; auf welche Weise er die Magenflüssigkeiten behandelte, bevor er auf Zucker prüfte, sagt er nicht; wir haben uns jedoch öfters überzeugt, dass weder

Obiges rechtfertigt nach unserer Ansicht die Schlussfolgerung, dass der Kleber bei der Magenverdauung nicht bloss aufgelöst, sondern zugleich hinsichtlich seiner Eigenschaften auf ähnliche Weise verändert wird, wie die übrigen eiweissartigen Körper, so dass es also auch ein „Kleberpepton" giebt.

Dass die eiweissartigen Körper aus ihrer Auflösung im Magensaft durch die Neutralisation nicht mehr gefällt werden, ist physiologisch wohl die wichtigste Veränderung, welche sie erleiden. Wenn sie durch eine verdünnte Säure nur moleculair verändert sind, dann können sie nicht in das Blut übergehen, da schon die alkalische Reaction dieser Flüssigkeit den Uebergang verhindert. Dass auch der Saft des Dünndarms denselben Einfluss ausübt, fanden wir durch folgenden Versuch.

In eine möglichst gereinigte Darmschlinge eines Kaninchens wurde eine nur wenig getrübte, schwach salzsaure Kleberlösung eingespritzt, und die Darmschlinge wurde, nachdem sie sorgfältig unterbunden war, in die Bauchhöhle zurückgebracht. Nach einem Paar Stunden wurde das Thier getödtet und der Inhalt der Darmschlinge untersucht. Die Flüssigkeit schien nur wenig abgenommen zu haben, während zahlreiche weisse Flocken in dem sehr trüben, schwach alkalischen Saft sich fanden. Da in den Epitheliumzellen und den Zellen des übrigen Darms gleichfalls viele Molecüle vorkamen, konnten wir nicht entscheiden, ob vielleicht Kleber in diesem ungelösten Zustand von den Chylusgefässen aufgenommen war, da man keine hinlänglich scharfen mikrochemischen Merkmale kennt, um eiweissartige Molecüle im Thierkörper von einander zu unterscheiden.

Auf jeden Fall muss Kleber, der, nur durch die Säure des Magensafts verändert, in den Dünndarm gelangt, erst wieder in

künstlicher Magensaft allein, noch solcher, der eiweissartige Körper aufgelöst hat, im Stande ist, ohne Zusatz von Zucker, Kupferoxyd zu reduciren.

Das Auftreten der Reaction spricht also viel mehr für die Anwesenheit von Zucker, als das Ausbleiben der Reduction des Kupfersalzes dagegen spricht

festen Zustand übergehen, bevor er nach einer genügenden Vorbereitung in die Säfte des Körpers gelangen kann.

Bisher war nur die Rede von der Auflösung des Klebers in künstlichem Magensaft, ohne nähere Angabe des Säuregrades, welcher hierbei die grösste Wirksamkeit entfaltet. Alle Schriftsteller, welche die Verdauung des Eiweisses behandelten, haben diesem Punkte grössere oder geringere Aufmerksamkeit gewidmet.

Schwann berichtet, dass 3,3 bis 6,6 Gran Salzsäure auf $^1/_2$ Loth Verdauungsflüssigkeit das beste Verhältniss ist, um eine dichte Eiweisslösung zu erhalten, und dass sowohl eine stärkere, als eine schwächere Säure die Auflösung verzögert und sogar aufhebt.

Mulder*) fand, dass durch Magensaft mit $^1/_2$ Tausendtel Säure Faserstoff am besten sich löste, dass Eiweiss dagegen hierin nur sehr unvollkommen verändert wurde, vielmehr $^1/_{100}$ Säure dafür das geeignetste Verhältniss war.

Lehmann**) giebt an, dass 0,820 Salzsäure auf 100 Theile am meisten Eiweiss auflöst.

Das Verhältniss, wie es von Mialhe, Bouchardat und Anderen angegeben wird, stimmt hiermit nahezu überein.

Bei unseren Versuchen über diesen Punkt stellte sich alsbald heraus, dass roher Kleber einen anderen Säuregehalt erfordert, um vollkommen aufgelöst zu werden, als Eiweiss.

Wenn wir in einer Anzahl Proberöhrchen mit Magensaft von verschiedenem Säuregehalt, aber doch immer unter $^1/_{50}$, kleine Stückchen rohen und gekochten Klebers und Eiweiss brachten, dann fanden wir, nachdem sie einige Zeit bei 38° erwärmt worden, einige durchaus nicht verändert, andere nur unvollkommen, noch andere vollkommen gelöst. Wir gelangten wiederholt zu demselben Ergebnisse. In den Röhrchen, in welchen sich Eiweiss vollkommen, Kleber beinahe gar nicht aufgelöst hatte, war der Säuregrad gleich

*) Mulder, Proeve eener algemeene physiologische Scheikunde, p. 1067.

**) Erdmann's Journal, S. 110. 1849.

und ziemlich stark; in denjenigen, in welchen der Kleber ganz verschwunden war, die Eiweisswürfel dagegen ihre scharfen Ränder behalten hatten, war der Säuregehalt auch gleich, aber gerade sehr gering. Der gekochte Kleber schien weniger an einen bestimmten Säuregrad gebunden zu sein; in allen Röhrchen war er mehr oder weniger verändert; bei mittlerem Säuregehalt löste er sich vollkommen auf, aber meistens wurde hierfür mehr Zeit erfordert, als für die Auflösung von Eiweiss oder rohem Kleber.

In gleich starkem Magensaft war es nicht möglich, rohen Kleber und Eiweiss ganz zum Verschwinden zu bringen, wenn auch die Röhrchen mehre Tage stehen blieben. Bei Verdauungstemperatur oder Zimmerwärme blieb dieses Verhältniss sich gleich; auch Schwann hatte schon gefunden, dass eine Vermehrung des Säuregehalts den verzögernden Einfluss einer verminderten Wärme nicht auszugleichen vermochte.

Zur genaueren Bestimmung des Säuregehalts wurde eine Probeflüssigkeit von bekanntem und zwar geringem Gehalt an kohlensaurem Natron angewandt, welche durch Auflösung reiner unverwitterter Krystalle, deren Zusammensetzung der Formel $NaO . CO^2 + 10\ HO$ entspricht, gewonnen wurde; die Farbenveränderung einer geringen Menge hinzugesetzter Lackmustinctur bestimmte genau den Punkt, auf welchem die Säure gesättigt war; mit dem Einträufeln der Probeflüssigkeit wurde fortgefahren, bis die Flüssigkeit denselben Farbenton hatte, wie eine nur mit destillirtem Wasser verdünnte, empfindliche Lackmustinctur.

Die Grenzen, zwischen welchen alle Stückchen, sowohl der Kleber wie das Eiweiss, noch sichtbar verändert wurden, waren 0,056 und 1,791 Gramm Salzsäure (aus der verbrauchten Auflösung des kohlensauren Natrons berechnet) auf 100 Kubik-Centimeter Verdauungsflüssigkeit; bis zu 0,293 Gramm war die Auflösung am deutlichsten für den rohen Kleber zu bemerken, von 0,366 an beim Eiweiss. In runden Zahlen ergiebt sich also, dass die Säuremenge, welche rohen Kleber am besten auflöst, zwischen $^1/_{2000}$ und $^1/_{400}$

liegt, und diejenige, welche am meisten gekochtes Eiweiss bewältigt, zwischen $^1/_{275}$ und $^1/_{60}$.

Es erhellte zugleich, dass roher Kleber durch dieselbe Säuremenge, durch welche er in künstlichem Magensaft am besten gelöst wurde, auch in destillirtem Wasser am vollständigsten in Molecüle zerfiel.

Bei diesen Versuchen hatten wir immer ungefähr gleiche, reichliche Mengen Verdauungssaft und Stückchen von derselben Grösse genommen; es schien indess nicht überflüssig, noch durch genauere Versuche zu erforschen, ob dieser scharfe Unterschied zwischen den genannten Stoffen wohl Stich hält.

Zu dem Ende wurde der mittlere Theil der Schleimhaut eines Schweinemagens, welcher die Labdrüsen enthält, gut abgespült, in kleine Stücke zerschnitten und einige Stunden hindurch bei 38° mit destillirtem Wasser stehen gelassen.

Diese neutrale Flüssigkeit wurde dann colirt, was nicht sehr rasch geht, und verschiedenen Theilen derselben so viel Salzsäure zugesetzt, dass auf 900, auf 500 und auf 100 Theile 1 Theil Salzsäure kam. Weithalsige Stöpselgläser (von gleicher Grösse und gut schliessend, um die Verdunstung bei allen so gleichmässig als möglich zu verhüten) wurden nun je drei mit 25 Kubik-Centimeter dieser Flüssigkeiten gefüllt. Darauf wurden vier Stückchen Kleber roh und frisch bereitet, vier andere, welche 15 Minuten lang gekocht waren, und vier Stückchen während 10 Minuten gekochtes Eiweiss gewogen; neun dieser Stückchen wurden in die Gläser gebracht; die drei anderen mussten dazu dienen, um durch Trocknen den ursprünglichen Gehalt an festen Stoffen kennen zu lernen *). Alle diese Gläschen wurden in einem Wasserbade 7 Stunden lang gleichmässig bei 38° erwärmt. Nach Ablauf dieser Zeit wurde der ungelöste Rückstand auf Filter gebracht, und nach 24 Stunden (früher war nicht alles hindurchgegangen) zugleich mit den anderen

*) In drei anderen Gläschen wurde auf dieselbe Weise der Verlust bei Legumin bestimmt.

abgewogenen Stückchen bei 120° getrocknet. Bei einem anderen Versuch, der genau auf dieselbe Weise angestellt wurde — nur dass hier bedeckte Schröpfgläser die Flüssigkeiten aufnahmen — verunglückten einige Gläschen, so dass nur für einige der Verlust bestimmt werden konnte. Es wurden die folgenden Zahlen erhalten.

Aus dem getrockneten Rückstand berechnet, betrug die Abnahme des Gewichts nach 7stündiger Behandlung mit 25 Kubik-Centimeter Magensaft bei 38°:

Roher Kleber:

	Gramm.	auf 1 Gramm. berechnet. I.	II.	Verlust auf 1000 Th.
mit $^1/_{100}$ Säure von	2,04 : 1,25	1 : 0,613		0,387
mit $^1/_{500}$ Säure von	2,06 : 1,05	1 : 0,509	1 : 0,549	
mit $^1/_{900}$ Säure von	1,926 : 0,94	1 : 0,491	1 : 0,424	
Gekochter Kleber:				
mit $^1/_{100}$ Säure von	2,27 : 2,03	1 : 0,893		
mit $^1/_{500}$ Säure von	2,20 : 1,88	1 : 0,854		
mit $^1/_{900}$ Säure von	2,14 : 1,74	1 : 0,803	1 : 0,762	
Gekochtes Eiweiss:				
mit $^1/_{100}$ Säure von	0,285 : 0,004	1 : 0,014	1 : 0,139	
mit $^1/_{500}$ Säure von	0,409 : 0,06	1 : 0,171	1 : 0,387	
mit $^1/_{900}$ Säure von	0,334 : 0,100	1 : 0,329	1 : 0,425	

Diese Zahlen bestätigen die Ergebnisse der früher erwähnten Versuche, in welchen wir den wirksamsten Säuregehalt bestimmten. Bei jenen Versuchen wurde namentlich auf die vollkommene Auflösung einiger Stückchen geachtet und hieraus die grössere oder geringere Wirksamkeit des Magensaftes abgeleitet; bei diesen wurde die Einwirkung des Verdauungssaftes schon nach sieben Stunden aufgehoben. Sodann ist die hier angewendete Menge des Magensaftes verhältnissmässig gering, und der Gehalt an festen Stoffen beim Eiweiss viel geringer, als beim Kleber (im feuchten Zustande wogen alle Stückchen ungefähr gleich viel); da nun von geringeren Mengen unverhältnissmässig mehr als von grösseren aufgenommen wird, so hat dies gewiss viel dazu beigetragen, dass der Magen-

saft mit verschiedenem Säuregehalt in allen Fällen mehr Eiweiss als Kleber auflöste.

Versuche mit künstlichem Magensaft können jedoch die Frage, wie viel von irgend einem Stoff in einer bestimmten Zeit verdaut wird, nicht beantworten. Die sehr abweichenden Zahlen, — weil die zu verdauenden Stoffe und der angewendete Magensaft doch niemals vollkommen gleich sind, wenn auch die übrigen Umstände sich gleich bleiben, — berechtigen nicht dazu, absolute Werthe für die verschiedene Löslichkeit aufzustellen, um so die Einwirkung von Pepsin und Säure auf einen chemischen Ausdruck zurückzuführen. Lehmann*) hat einen Versuch in dieser Richtung gewagt, allein trotz seiner zahlreichen Bestimmungen gelang es ihm nicht, zu einem bestimmten Schluss zu gelangen. Und selbst wenn bei künstlichen Verdauungsversuchen übereinstimmende Zahlen gewonnen würden, so wären sie dennoch nicht im Stande die Mengen zu bezeichnen, welche im lebenden Thier von den zugeführten Stoffen aufgelöst werden.

Wenn dagegen trotz absoluter Verschiedenheit der Zahlen dasselbe Verhältniss sich behauptet, so ist es wohl erlaubt über das Mehr oder Weniger eine Schlussfolgerung zu ziehen; bei allen Versuchen löste sich in einer verhältnissmässig starken Säure mehr Eiweiss auf als in einer verdünnten Säure; umgekehrt wurde in dieser mehr Kleber gelöst, als bei grösserem Säuregehalt. Es besteht also bei künstlichen Verdauungsversuchen, je nach dem Verhältniss, in welchem die Säure angewandt wird, ein wirklicher Unterschied in der Fähigkeit, verschiedene Stoffe aufzulösen. Eine Flüssigkeit, welche Eiweiss am stärkten angreift, bewältigt vom Kleber die geringste Menge und umgekehrt.

Alle Forscher haben der im Speisebrei vorkommenden Säure einen grossen Werth beigelegt, sogar diejenigen, welche sie nur als ein Erzeugniss der Magenverdauung oder der Gährung ansehen; Einzelne schrieben nur der Säure die Dauungskraft des Magensafts

*) Lehmann, Erdmann's Journal, a. a. O.

zu, wo nicht für alle eiweissartigen Körper, doch für die Mehrzahl, während man jetzt allgemein annimmt*), dass das Pepsin nur in Gegenwart einer freien Säure seine Wirkung entfalten kann**).

---

*) Blondlot, der mit seinen Ansichten über die Verdauung ganz allein steht, läugnet auch die Anwesenheit einer freien Säure im Magen.

**) Wir besitzen noch keine genügende Theorie über die eigenthümliche Umsetzung, welche die eiweissartigen Körper im Magen durch die vereinte Wirkung von Pepsin und freier Säure erleiden. Da die Menge der Säure in gar keinem Verhältniss steht zu dem organischen Stoff, der im Magensaft vorkommt, so liegt kein genügender Grund vor, eine gepaarte Säure anzunehmen, welche sich mit den eiweissartigen Stoffen verbinden sollte. Dies veranlasste denn auch Schwann (Müller's Archiv 1836), diesen von ihm zuerst ausgegangenen Erklärungsversuch selbst wieder zu verwerfen. Schmidt (Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. LVI.) nahm inzwischen diese Anschauung von Neuem auf, allein seine „Chlorpepsinwasserstoffsäure" konnte sich der Kritik von Frerichs gegenüber nicht behaupten, so dass denn auch die Meinung, nach welcher die eiweissartigen Körper durch eine eigenthümliche Gährung gelöst werden, bei welcher die freie Säure die Richtung der Umsetzung bestimmt, allgemeinen Beifall fand (Donders, Ludwig). Ob und wie die Säure sich mit eiweissartigen Stoffen verbindet, wurde nicht deutlich angegeben.

Schwann hatte bereits gefunden, und Schmidt und Frerichs wiederholen die Angabe, dass der Gehalt des Magensafts an freier Säure, der durch die Neutralisation einer alkalischen Probeflüssigkeit bestimmt wurde, nach der Auflösung von eiweissartigen Körpern nicht verändert ist; die beiden letztgenannten Schriftsteller machen jedoch darauf aufmerksam, dass dieses Verfahren zur Bestimmung des Säuregehalts unvollkommen ist, weil möglicher Weise eine neu entstandene Verbindung der Säure mit den organischen Stoffen doch noch eine saure Beschaffenheit haben könnte. Wir fanden gleichfalls den Säuregehalt des Magensafts, den wir auf dieselbe Weise bestimmten, unverändert, und beobachteten überdies, dass eine verdünnte Säure, welche auf Kleber eingewirkt und diesen moleculair verändert hat, ebenso nach wie vor dieselbe Menge der Probeflüssigkeit zu sättigen vermag, nur dass hierbei der eiweissartige Körper gefällt wird, was nach der Auflösung in Magensaft nicht erfolgt.

Einige Male hatten wir früher bereits gefunden, dass gekochter Kleber und gekochtes Eiweiss, in verdünnter Salzsäure liegend, an Gewicht zunehmen.

Bidder und Schmidt machten auf den Einfluss des verschiedenen Säuregehalts in natürlichem Magensaft aufmerksam und glaubten annehmen zu dürfen, dass innerhalb gewisser Grenzen die

---

Alles dieses, im Zusammenhang mit einer von Mulder beobachteten Erscheinung, dass Salzsäure in Gegenwart von Eiweiss, durch die Verbindung, welche es mit diesem Körper eingeht, durch Destillation nicht nachgewiesen werden kann, machte es wahrscheinlich, dass in diesem Fall die Säure durch das Alkali der Probeflüssigkeit aus ihrer Verbindung mit eiweissartigen Körpern ausgeschieden wird, wodurch diese letzteren nicht länger gelöst bleiben können.

Da jedoch die Peptone durch diese Behandlung nicht gefällt werden, glaubten wir, dass die Säure mit diesen Körpern in der Flüssigkeit nicht verbunden sein dürfte, sondern wirklich als freie Säure durch die Probeflüssigkeit bestimmt wurde.

Wir hofften durch folgenden Versuch hierüber in's Klare zu kommen.

Ein Gramm gekochtes Eiweiss wurde in Gläschen mit derselben Menge (25 Kubik-Centimeter) künstlichen Magensafts und verdünnter Säure von gleichem Säuregehalt ($^1/_{100}$ Säure auf 100 Theile) 4 Stunden lang bei 38° erwärmt, nach welcher Zeit es sich im Magensaft vollkommen aufgelöst hatte, während es in der Säure nicht sichtlich verändert war. Jetzt wurde der Inhalt dieser Gläschen in Retorten eingefüllt und auf einem Sandbade vorsichtig erwärmt. Behufs der Vergleichung wurden auch dieselben Mengen Magensaft und verdünnte Säure ohne Eiweiss der Destillation unterworfen. Das Eiweiss bildete in der Säure allein nach einiger Zeit eine dicke Gallerte; es bildeten sich grosse Blasen, während erst, nachdem alle Flüssigkeit übergegangen war, der Rückstand sich bräunte; der Magensaft dagegen blieb vollkommen flüssig, veränderte aber sehr bald seine Farbe; bis zur Trockne verdampft, war der Rückstand ganz schwarz. Von den durch die Destillation erhaltenen Flüssigkeiten wurden gleiche Mengen mit der sehr verdünnten Lösung des kohlensauren Natrons gesättigt; es zeigte sich, dass von der Säure, welche mit dem Eiweiss eine Gallerte gebildet hatte, beinahe nichts übergegangen war, während die drei übrigen Destillate eine bedeutende Menge enthielten.

Die von Mulder angenommene Verbindung der Säure mit den eiweissartigen Stoffen wird also nach diesem Versuch bei der Umwandlung in Peptone aufgehoben. Für eine Theorie dieser Auflösung ist dies nicht unwichtig; wir hoffen später auf diesen Punkt genauer einzugehen.

Menge der aufgelösten eiweissartigen Stoffe dem Procentgehalt an freier Säure in der Verdauungsflüssigkeit entspricht *). Zu ihren Versuchen gebrauchten sie jedoch geronnenes Eiweiss: ob es statthaft ist, Beobachtungen, die an diesem Körper gemacht sind, ohne Weiteres auf andere eiweissartige Stoffe zu übertragen, wird durch die oben mitgetheilten Versuche mindestens zweifelhaft. — Für die Verdauung von geronnenem Eiweiss ist ein Magensaft, der nur wenig Säure enthält, schlecht geeignet, während er die Auflösung anderer Stoffe geradezu befördern kann. In dieser Rücksicht ist es ganz besonders wichtig, die Flüssigkeit, welche sich in dem Magen desselben Einzelwesens unter verschiedenen Umständen findet, und den Magensaft verschiedener Thiere auf den Säuregehalt zu untersuchen, und zwar im Zusammenhang mit der grösseren oder geringeren Verdaulichkeit der genossenen Nahrung.

Bis in die feinsten Einzelheiten lässt sich der Unterschied zwischen Pflanzenfressern und Fleischfressern verfolgen, während nur unter besonderen Umständen die Fleischfresser Pflanzenkost zu sich nehmen und umgekehrt; es ist also sehr wahrscheinlich, dass sich dieser Unterschied nicht bloss im Bau der Verdauungswerkzeuge, sondern auch in der Zusammensetzung des Magensafts kundgeben wird. Frühere Beobachter, zumal Pappenheim **) und Frerichs ***), sahen durch Verdauungssäfte, die aus der Schleimhaut verschiedener Thiere gewonnen waren, Eiweiss sich lösen, ohne dass ein grosser Unterschied in der Zeit zu Tage kam. Wir fanden dies durchaus bestätigt bei künstlichem Magensaft, der aus dem Magen des Kalbs, des Schaafs, des Schweins, des Hunds, des Kaninchens, der Gans, des Huhns, der Schildkröte, des Frosches und der Bleihe bereitet war. Bis jetzt liegt also kein Grund vor, bei den verschiedenen Thieren Abarten des organischen Bestandtheils

*) Verdauungssäfte und Stoffwechsel, S. 84.

**) Pappenheim, zur Kenntniss der Verdauung im gesunden und kranken Zustande, Breslau 1839.

***) Frerichs, Artikel Verdauung, a. a. O.

des Magensafts anzunehmen, obgleich das Gegentheil natürlich durch die angestellten Versuche nicht für widerlegt erachtet werden kann. Ein Unterschied im Säuregehalt scheint jedoch schon viel zu erklären.

Leider sind nur wenige Analysen des Magensafts verschiedener Thiere bekannt. Von niederen Thieren liegen gar keine brauchbaren vor. Nur die Magenflüssigkeiten des Menschen, des Hundes und des Schaafs sind genauer untersucht.

Schmidt hat zahlreiche Analysen des Magensafts von Hunden angestellt mit Zulassung oder mit Ausschluss des Speichels. Vom Schaaf hat er nur den mit Speichel vermischten Magensaft untersucht, was bei diesem Thiere von keiner erheblichen Bedeutung sein dürfte, da in den Vormagen die grösste Menge des Speichels wieder aufgesogen wird (die Speisen sind im Blättermagen immer ziemlich trocken). Endlich analysirte er Magensaft vom Menschen, den er dadurch erhielt, dass er die Absonderung bei einer mit einer Magenfistel versehenen Bäuerin durch Erbsen anregte, welche sie im nüchternen Zustande verschluckte.

O. v. Grünewaldt*) stellt die Mittelwerthe für die verschiedenen Bestandtheile dieser Flüssigkeiten zusammen; wir entnehmen seinen Tabellen die Zahlen für die freie Säure:

	Speichelfrier Magensaft des Hundes.	Speichelhaltiger Magensaft des Hundes.	Speichelhaltiger Magensaft des Schaafs.	Speichelhaltiger Magensaft des Menschen.
	HCl.	HCl.	HCl.	HCl.
auf 1000 Theile.	3,050.	2,337.	1,234.	0,200.

Hieraus geht deutlich hervor, dass der Magensaft verschiedener Thierarten schon in ziemlich reinem Zustande (sogar der ganz speichelfreie ist doch noch durch die Absonderung der Schleimdrüsen des Magens verunreinigt) einen verschiedenen Säuregehalt führt. Bei dem fleischfressenden Hunde ist viel mehr Säure vorhanden, als beim pflanzenfressenden Schaaf. Gekochtes Eiweiss löst sich bei jenem viel leichter als bei diesem, was von Bidder und Schmidt beständig beobachtet wurde. Die Leichtigkeit, mit

*) Vierordt's Archiv, a. a. O.

welcher sich Kleber in künstlichem Magensaft mit einer sehr verdünnten Säure auflöst, veranlasst demnach die Vermuthung, dass Pflanzenkost gerade im Magen der Pflanzenfresser am besten verdaut werden dürfte, weil sie hier einen sehr verdünnten Verdauungssaft antrifft. Diese Vermuthung würde nun an Wahrscheinlichkeit gewinnen, wenn Magensaft und Verdauungsflüssigkeit ein und dasselbe wären; dieses aber ist keineswegs der Fall.

Magensaft ist die reine Absonderung der Labdrüsen; Verdauungssaft ist eine sehr zusammengesetzte Flüssigkeit, deren Bestandtheile sich nie vollkommen gleich bleiben, weil sie aus einem Gemenge der Flüssigkeiten der Mund- und Magenhöhle mit der zugeführten, zum Theil veränderten, zum Theil noch unveränderten Nahrung besteht. Der Einwirkung dieser letzteren Flüssigkeit unterliegen die Speisen; mag denn auch die Säuremenge in dem ursprünglichen Magensaft ziemlich beständig sein, so kann sie dessenungeachtet im Magen sehr grosse Verschiedenheit zeigen. Das Gleiche gilt von der Art der freien Säure. Im reinen Magensaft scheint immer freie Salzsäure vorhanden zu sein; in der gewöhnlichen Verdauungsflüssigkeit kann diese sehr häufig nicht nachgewiesen werden, es ist vielmehr Milchsäure zugegen, was namentlich die Analysen des menschlichen Magensafts gelehrt haben. In dem gewöhnlichen Verdauungssaft fand Schmidt keine Salzsäure, sondern Milchsäure: dagegen jene, wenn die Absonderung der Labdrüsen nicht durch Speisen, sondern durch gleichgültige, nur mechanisch wirkende Stoffe angeregt ward.

O. v. Grünewaldt fand denn auch die zur Säftigung des Mageninhalts erforderliche Kalimenge beim Menschen ziemlich verschieden, worauf namentlich die in den Speisen selbst vorhandene Säure grossen Einfluss zu äussern schien. Wenn seine Bäuerin das ihr besonders wohlschmeckende, viel Milchsäure enthaltende Roggenbrod gegessen hatte, war viel mehr Säure im Magen vorhanden, als bei dem Genuss von Weizenbrod, welches Lackmuspapier nicht veränderte. Er bemerkt hierbei, dass ein Ei, welches

zugleich mit dem letztgenannten Brod genossen wurde, dieser geringen Säuremenge entsprechend, länger unverdaut im Magen blieb.

Wie sehr der Säuregehalt des Magens durch die Nahrung verändert wird, so zwar, dass die oben ausgesprochene Vermuthung allen Grund verliert, ergiebt sich noch aus folgender Beobachtung Schmidt's. Die Magenflüssigkeit eines Hundes, bei welchem die Speichelgänge nicht unterbunden waren, erforderte nämlich nach ausschliesslicher Pflanzenkost noch mehr Kali zur Sättigung, als die eines anderen Hundes, der Fleisch bekam, obgleich in jener die Menge der Salzsäure geringer war.

Ueber die Beschaffenheit der Nahrung finden wir nichts verzeichnet. Der Hund frisst nur gekochte pflanzliche Stoffe, und da der Speichel auch in Gegenwart von Magensaft Stärkmehl umsetzt, kann die hierdurch erzeugte Milchsäure, wie Schmidt annimmt, die stark saure Beschaffenheit veranlasst haben. Bestand aber die Pflanzenkost zu einem guten Theile wenigstens aus Roggenbrod, so konnte die Säure auch von diesem herstammen.

Bei den ächten Pflanzenfressern jedoch, die nur Rohes zu sich nehmen, kommt ein so hoher Säuregrad nicht vor, selbst wenn der Magensaft mit Speichel und Nahrungsstoffen vermischt ist, wie die Analysen von Schmidt ergeben. Bei den Wiederkäuern erstreckt sich die Einwirkung des Speichels nicht auf den Inhalt des Labmagens, weil die durch denselben umgewandelten Stoffe schon in den Vormagen aufgesogen werden (Schmidt); bei den übrigen ist die Bildung von Milchsäure aus Stärkmehl im Magen sehr unwahrscheinlich, da wenigstens der Speichel des Menschen oder des Hundes rohes Stärkmehl nicht einmal in Zucker umzusetzen vermag (Grünewaldt), während der Magensaft allein die stärkmehlartigen Stoffe nicht erheblich verändert.

Die Schlussfolgerung, dass Pflanzenkost am besten in einem Magensaft mit verdünnter Säure gelöst werden dürfte, beruht indess auf der Uebertragung der Eigenschaften des Klebers auf andere pflanzliche Eiweissstoffe, unter der Voraussetzung, dass die natürliche Beschaffenheit der letzteren jenes Verhältniss nicht wesentlich umgestaltet.

Wie gross der Einfluss von Zellwänden, welche die eiweissartigen Körper umschliessen, auf deren Auflösung ist, wurde namentlich für die Kleie nachgewiesen*), allein es liegt doch kein Grund vor zur Annahme, dass die verzögernde Wirkung der Hüllen die verschiedene Löslichkeit in Magensäften von verschiedenem Säuregehalt aufheben sollte. Der eiweissartige Körper der Hülsenfrüchte kann freilich dem Kleber in dieser Beziehung nicht gleichgestellt werden; wir werden deshalb den Erbsenstoff besonders behandeln. Dasselbe gilt für das durch Siedhitze entstandene Gerinnsel, während im aufgelösten Zustande das Pflanzeneiweiss schwerlich untersucht werden kann.

Auf jeden Fall wird also Pflanzenkost im Allgemeinen durch denselben Magensaft nicht in gleichem Verhältniss wie der Kleber gelöst werden; dies würde nur für diejenigen Nahrungsmittel annähernd der Fall sein, deren Hauptbestandtheil Kleber wäre.

Indess, sogar in diesem eingeschränkten Sinne, ist doch diese Eigenschaft des Klebers sehr wichtig, und zwar nicht bloss für die Pflanzenfresser, sondern auch namentlich für den Menschen. Die Getreide stehen unter unseren Nahrungsmitteln in erster Reihe; wenn also auch andere eiweissartige Stoffe im Magen des Menschen weniger vollkommen verdaut werden, so kann doch gerade der

*) Donders hatte, auf seine mikroskopischen Untersuchungen gestützt (Nederlandsch Lancet, 2. Serie, Bd. IV, S. 749), auf den Nachtheil aufmerksam gemacht, der daraus erwächst, dass man die Kleie aus dem Mehl entfernt. Die Versuche von Fles und auch von Donders (Nederlandsch Lancet, 2. Serie, Bd. VI, S. 225 und 244) lehrten jedoch, dass Kleie nur in den Verdauungswerkzeugen einiger Thiere eine geeignete Nahrung wäre. Nur die Pflanzenfresser ziehen den eiweissartigen Stoff und das Fett, die in grosser Menge darin vorkommen, aus den dickwandigen Zellen aus, so dass sie mit Kleie das Leben fristen können; Hunde sterben dabei vor Hunger.

Wir selbst liessen auch Kleie in Magensaft, der $^1/_{100}$ Säure enthielt, und in einer schwach alkalischen Flüssigkeit bei Verdauungswärme Tage lang stehen, fanden aber den körnigen Inhalt der einigermassen aufgequollenen Zellen nur wenig vermindert. Nur das Fett war zu grossen Tropfen in den Zellen zusammengeflossen.

Kleber des Brodes in der unter gewöhnlichen Verhältnissen sehr schwach sauren Verdauungsflüssigkeit, welche er hier antrifft, die günstigsten Bedingungen zur Auflösung vorfinden. Dass jene saure Beschaffenheit des menschlichen Magensafts nur durch die in den Speisen vorhandene oder durch die aus den Nahrungsstoffen gebildete Säure etwas stärker wird, während sie im nüchternen Zustande durch das Uebergewicht des Magenschleims und des Speichels sogar in eine alkalische sich verwandeln kann, haben die Beobachtungen Grünewaldt's und auch die von Beaumont deutlich ergeben.

Namentlich Frerichs hat in krankhaften Zuständen den Mageninhalt untersucht und auf eine veränderte Stärkmehlverdauung, welche meistens in der Bildung von Milchsäure und sogar von Essigsäure bestand, hingewiesen; diese vermehrte Säurebildung ist allgemein als Pyrosis bekannt, wegen ihrer die Verdauung hemmenden Wirkung. Eine gänzliche Abwesenheit der Milchsäurebildung im Magen, während viel Zucker zugegen war, beobachtete Frerichs in zwei Fällen der Zuckerharnruhr*). Bemerkenswerth ist es, dass Bouchardat's Kleberbrod gerade in dieser Krankheit längere Zeit mit gutem Erfolg vertragen wird.

Die grosse Verschiedenheit in den absoluten Werthen für das innerhalb und ausserhalb des lebenden Thieres aufgelöste Eiweiss, wie sie alle Schriftsteller angeben, in Verbindung mit einigen Beobachtungen von Schröder, der der gewöhnlichen Regel entgegen bei der schon mehrfach erwähnten Bäuerin Eiweiss bisweilen in alkalischem Magensaft sich lösen sah, machte uns eigene Versuche wünschenswerth, um zu sehen, ob wirklich im Magen verschiedener Thiere jener Gegensatz in der Löslichkeit zwischen Kleber und Eiweiss stattfindet.

Wir hatten uns vorgesetzt, die Gewichtsveränderungen der zu gleicher Zeit in den Magen verschiedener Thiere eingeführten Stoffe zu verfolgen und mit einander zu vergleichen, und zwar bei

*) Artikel Verdauung, S. 805.

Pflanzenfressern, Fleischfressern und solchen Thieren, die von gemischter Kost leben. Unsere Hoffnung, dass Pferde wegen ihrer Grösse und der ausschliesslichen Ernährung mit Pflanzenkost sich zu diesen Versuchen besonders eignen dürften, ging nicht in Erfüllung *); die Kürze der Zeit, welche uns zum Anstellen der Versuche verstattet war, erlaubte uns nicht, die günstige Gelegenheit abzuwarten; aus demselben Grunde konnten wir die Beobachtungen auch nur einige wenige Male beim Hund und beim Schwein wiederholen. Obgleich es nicht sehr angenehm ist, an diesen letzteren Thieren Versuche vorzunehmen, so entsprach dies doch unserem Zweck vortrefflich, zumal da die an denselben gewonnene Auskunft mit grösserem Recht auf den Menschen übertragen werden kann, als die von manchen anderen Thieren herstammende.

Da es zur Gewinnung einer richtigen Antwort auf unsere Frage vor Allem nöthig war, die Stoffe allen den Umständen zu unterwerfen, welche bei der regelrechten Verdauung einen Einfluss auf die Auflösung äussern können, so zwar, dass für alle ein gleiches Maass der Einwirkung gegeben war, schien uns das folgende Verfahren so einfach als zweckmässig. Kleine Beutelchen von Nesseltuch wurden mit abgewogenen Mengen frisch dargestellten, rohen und gekochten Klebers und Eiweiss gefüllt und diese, nachdem sie sorgfältig geschlossen waren, gleich nach einander in den Magen geführt **). Nach einiger Zeit wurde nun das Thier getödtet, die

*) Andere Pflanzenfresser waren, unserer Ansicht nach, zu diesen Versuchen weniger tauglich. Der zusammengesetzte Magen der Wiederkäuer und die geringe Grösse der Kaninchen, so wie der Umstand, dass bei den letztgenannten Thieren sogar nach langem Fasten immer noch Futter im Magen sich findet, mussten der Genauigkeit der Ergebnisse nothwendiger Weise Abbruch thun.

Es gelang jedoch, einen Schweinemetzger zu überreden, uns seine Thiere für diese Versuche zur Verfügung zu stellen.

**) Die Beutelchen, welche alle von gleicher Grösse waren, wurden so weit als möglich hinten auf die Zunge geschoben, so dass die Thiere sie verschlucken mussten. Die ersten Male geriethen indess ein Paar Beutelchen zwischen die

Beutelchen aufgesucht, mit destillirtem Wasser abgespült, geöffnet, und der Inhalt vorsichtig gesammelt, getrocknet und gewogen. Von demselben Ei und demselben Kleber waren andere Stückchen sogleich getrocknet worden; aus einem Vergleich der Gewichte wurde der Verlust gefunden, den sie durch ihren Aufenthalt im Magen erlitten hatten.

In der folgenden Tabelle sind die erhaltenen Zahlen zusammengestellt:

Zähne der Schweine, wodurch sie zerrissen wurden; im Allgemeinen schien ihnen diese Fütterungsweise wenig zuzusagen.

Zugleich mit diesen Stoffen in die Beutelchen gelegte kleine Glasperlen von verschiedener Farbe dienten dazu, sie später von einander zu unterscheiden.

Es wurden gegeben bei	trocken berechnet.		gefunden.	auf 1 Gramm berechnet.	Verlust auf 1000 Theile.	Bemerkungen.
Hund No. 1.	roher Kleber	1,16	0,008	1 : 0,0068	993	Das Thier hatte mehr als 24 Stunden gehungert; der Magen
vor dem Tode 4½ Stunde	gekochter Kleber	1,32	0,15	1 : 0,113	887	war leer; die Beutelchen wurden im Dickdarm 2 Zoll unterhalb
	gekochtes Eiweiss	0,33	0,00	1 :	1000	des Blinddarms gefunden. Der Inhalt der Beutelchen war neutral.
						Durch Bernard's Hirnstich getödtet
Hund No. 2.	roher Kleber	1,947	0,47	1 : 0,241	759	24 Stunden gehungert. Alle 6 Beutelchen fanden sich, ebenso
vor dem Tode 3½ Stunde	gekochter Kleber	1,481	1,19	1 : 0,803	197	wie bei den übrigen Thieren noch im Magen, mit ziemlich vieler
	gekochtes Eiweiss	0,398	0,27	1 : 0,678	322	Flüssigkeit. Reaction ausserordentlich schwach sauer.
1½ Stunde später	roher Kleber	2,889	0,78	1 : 0,269	731	Durch Einspritzung von Laudanum getödtet.
	gekochter Kleber	2,535	2,25	1 : 0,887	113	Der Kleber hat seine Federkraft verloren.
	gekochtes Eiweiss	0,643	0,64	1 : 0,995	05	
Hund No. 3.	roher Kleber	1,367	0,45	1 : 0,329	671	Das Thier hatte 3 Tage lang gefastet: einen Augenblick, bevor
vor dem Tode 3½ Stunde	gekochter Kleber	1,232	0,91	1 : 0,737	263	ihm die Beutelchen gegeben wurden, hatte es mit Begier 4 Ochsen-
	gekochtes Eiweiss	1,058	0,02	1 : 0,018	982	augen gefressen. Im Magen wurde nur eine sehr geringe Menge
						ziemlich stark saurer Flüssigkeit nebst einigen Ueberbleibseln
						der Augen angetroffen.
Schwein No. 1.	roher Kleber	3,082	1,76	1 : 0,571	429	Das Beutelchen mit gekochtem Kleber wurde ganz zerrissen
vor dem Tode 2½ Stunde	gekochtes Eiweiss	0,829	0,81	1 : 0,989	11	wiedergefunden. Das Thier hatte ungefähr 20 Stunden gehungert.
						Es ist dennoch Futter im Magen; Reaction schwach sauer.
Schwein No. 2.	roher Kleber	3,915	2,46	1 : 0,628	372	24 Stunden gefastet; der Magen nicht ganz leer; schwach
vor dem Tode 4½ Stunde	gekochter Kleber	4,821	3,85	1 : 0,891	109	saure Reaction. Alle Beutelchen stark gefärbt. Das Beutelchen
	gekochtes Eiweiss	2,547	1,41	1 : 0,553	447	mit gekochtem Kleber hatte eine Oeffnung, so dass die Zahl
vor dem Tode 2½ Stunde	roher Kleber	3,287	2,04	1 : 0,627	373	unsicher ist.
	gekochter Kleber	3,780	1,02	1 : 0,269	731 ?	
	gekochtes Eiweiss	2,362	1,77	1 : 0,749	251	
Schwein No. 3.	roher Kleber	1,922	1,31	1 : 0,681	319	Länger als 24 Stunden gefastet, es sind aber trotzdem noch
vor dem Tode 2½ Stunde	gekochter Kleber	1,209	0,92	1 : 0,761	239	viele Buchweizenhülsen im Magen. Der Inhalt, auch der der
	gekochtes Eiweiss	1,569	0,70	1 : 0,445	555	Beutelchen, ist sehr stark gebräunt. Reaction schwach sauer.
Schwein No. 4.	roher Kleber	1,734	1,24	1 : 0,715	285	Mehr als 24 Stunden gefastet; der Magen ziemlich leer;
vor dem Tode 5 Stunden	gekochter Kleber	1,463	1,00	1 : 0,683	317	schwach saure Reaction.
	gekochtes Eiweiss	2,077	0,95	1 : 0,457	543	
vor dem Tode 2½ Stunde	roher Kleber	1,902	1,33	1 : 0,699	301	
	gekochter Kleber	1,403	1,39	1 : 0,991	9	
	gekochtes Eiweiss	1,728	0,85	1 : 0,492	508	
Schwein No. 5.	gek. Eiweiss No. 1	2,918	0,89	1 : 0,305	695	36 Stunden gefastet; der Magen ziemlich leer; Reaction
vor dem Tode 5 Stunden	gek. Eiweiss No. 2	2,673	0,98	1 : 0,366	634	schwach sauer.
	gek. Eiweiss No. 3	2,804	0,83	1 : 0,364	636	
Schwein No. 6.	gekochtes Eiweiss	2,154	0,51	1 : 0,236	764	36 Stunden gefastet; viel Wasser im Magen, weil das Thier
vor dem Tode 4 Stunden						gerade vorher gesoffen hatte; Reaction neutral.

Alle Thiere hatten 24 Stunden lang gefastet, einige noch länger, und waren vollkommen gesund; sogar die freie Beweglichkeit der Magenwände, welche durch die Anwesenheit einer Fistel doch immer mehr oder weniger beeinträchtigt ist, konnte hier ihren ganzen Einfluss entfalten; alle — bekannte und unbekannte — Glieder des zusammengesetzten Vorgangs, als dessen Ziel im Magen die Auflösung der eingeführten Stoffe erreicht wird, mussten sowohl auf den Kleber, wie auf das Eiweiss in gleichem Maasse einwirken. Nur durch die verschiedene Lage der Beutelchen konnte ein Unterschied in der Menge der gelösten Stoffe entstehen, der, indem er von der Art der Nahrungsstoffe unabhängig und keiner Berechnung zugänglich ist, die Ergebnisse unsicher machen konnte. Dass hieraus in der That bisweilen ein Unterschied hervorgeht, beweisen die Zahlen, die beim Schwein No. 5 erhalten wurden: vom Eiweiss, welches in verschiedenen Beutelchen in den Magen eingeführt worden, hatten sich nicht ganz gleiche Mengen aufgelöst. Wiewohl der Unterschied, im Vergleich zu dem zwischen Eiweiss und Kleber, unbedeutend ist, darf er doch wohl bei der Beurtheilung der Zahlen nicht ganz unberücksichtigt bleiben.

Die bei demselben Thier gewonnenen Zahlen können mit einander verglichen werden und erlauben einen sicheren Schluss über den Unterschied in der Verdaulichkeit der genossenen Stoffe; da die Unterschiede viel zu gross sind, um sie einer durch die Lage verursachten ungleichen Einwirkung des Magensaftes zuschreiben zu können, so beweisen sie deutlich, dass wirklich im lebenden Thier derselbe Verdauungssaft ungleiche Mengen des Eiweisses und des Klebers auflöst, so dass, wenn viel Eiweiss verdaut wird, die Gewichtsabnahme des Klebers nur gering ist, und umgekehrt. Insofern aus der geringen Zahl der Versuche etwas gefolgert werden darf, steht die Menge des aufgelösten gekochten Klebers, ebenso wie bei den künstlichen Verdauungsversuchen, weder zu der des rohen Klebers, noch zu der des Eiweisses in einem geraden Verhältniss.

Wir haben also eigentlich den Zweck erreicht, mit welchem

diese Versuche angestellt wurden; viel mehr lässt sich auch nicht daraus folgern. Bei einem Vergleich der Ergebnisse für dieselben Stoffe bei allen benützten Thieren, fällt nämlich der Grund hinweg, der uns erlaubte, jenen allgemeinen Schluss zu ziehen; es fehlt die Gleichheit der Umstände, unter welchen die Zahlen gewonnen wurden. Eine sehr grosse Anzahl von Versuchen würde vielleicht die hierdurch entstehenden Unterschiede grösstentheils ausgleichen, so dass es möglich wäre, eine allgemeine Regel zu erkennen: unsere Zahlenreihe ist zu klein, um eine solche Schlussfolgerung zu wagen. Dass bei dem Hunde No. 2 vom rohen Kleber so viel mehr verdaut ward, als vom Eiweiss, scheint den Satz, der früher aus anderen Gründen für die Fleischfresser aufgestellt wurde, nicht zu begünstigen; denn danach müsste dieses Verhältniss zwischen Kleber und Eiweiss gerade bei einem reinen Pflanzenfresser obwalten. Bei dem Hunde No. 3, der sehr lange gefastet hatte, löste sich dagegen viel mehr Eiweiss auf als Kleber. Der Magensaft dieses Thiers hatte eine sehr stark lösende Wirkung, da von den ihm zu gleicher Zeit gereichten Augen nur einige wenige Stückchen der Sclerotica, zwar noch nicht vollkommen verdaut, aber doch sehr dünn und durchsichtig wiedergefunden wurden. Den Säuregrad der beim Oeffnen des Magens meist in sehr geringer Menge vorhandenen Flüssigkeit haben wir verschiedener erschwerender Umstände halber nicht genau bestimmt; das ganze Verfahren scheint auch nicht dazu geeignet, um ausser der verschiedenen Löslichkeit der Stoffe auch noch die Ursachen derselben zu ermitteln, da nur bei künstlichen Verdauungsversuchen, oder bei der Anwesenheit einer Fistel der Säuregrad, den die Flüssigkeit während der Auflösung selbst besitzt, hinlänglich genau bestimmt werden kann, um Folgerungen zu gestatten.

Die Schweine verläugnete ihren Natur mit Bezug auf die gemischte Kost nicht; bei einigen nämlich wurde das Eiweiss besser gelöst als der Kleber, bei anderen war dies gerade umgekehrt. Eine für beide Stoffe gleichmässig erfolgende Auflösung kommt, wie schon bemerkt wurde, nicht vor.

Bei allen Schweinen wichen die Werthe für die Gewichtsabnahme des Klebers und des Eiweisses bedeutend von einander ab. Wie wenig man berechtigt ist, die absolute Verdaulichkeit eines Nahrungsstoffs für eine bestimmte Thierart festzustellen, ergiebt sich aus einem Vergleich der Schweine No. 1 und No. 3. Die Thiere befanden sich unter denselben Verhältnissen; die Stoffe blieben gleich lange im Magen; das Eiweiss und der Kleber waren für beide auf dieselbe Weise bereitet (in beiden Fällen wurde gleich lange gekocht und das Stärkmehl so weit als möglich entfernt), und dennoch löste sich im einen Falle beinahe nichts vom Eiweiss auf, während im anderen die Verminderung desselben gerade sehr bedeutend war. Der Unterschied wird noch sprechender durch die ungleiche Menge der zugeführten Stoffe, da sich gerade von dem ursprünglich in der grössten Menge vorhandenen Eiweiss am meisten aufgelöst hatte.

Obwohl der Kleber im Allgemeinen bei den verschiedenen Thieren besser übereinstimmende Zahlen lieferte, wollen wir doch auch hier den Mittelwerth nicht als das Maass seiner Verdaulichkeit im Schweinemagen ansehen, und noch weniger uns ein Urtheil bilden über die Verdaulichkeit der Nahrungsmittel, in welchen er reichlich vorkommt. Es verdient indess Beachtung, dass bei demselben Thiere ein kürzerer oder längerer Aufenthalt im Magen für den rohen Kleber viel weniger einflussreich ist, als für das Eiweiss; der Unterschied in der Auflösung des Klebers, der beim Hunde No. 2 und bei den Schweinen No. 2 und 4 einige Stunden nach einander in den Magen gebracht war, liegt innerhalb der Grenzen, welche von einer verschiedenen Lage herrühren könnten.

Dass sich beim Schweine No. 6 so viel mehr Eiweiss auflöste, als bei allen übrigen, kann nur dadurch veranlasst sein, dass es in geringer Menge gereicht wurde, was zumal deutlich aus einem Vergleich mit No. 5 zu erhellen scheint.

Ein Ergebniss dieser Versuche ist noch bemerkenswerth, nämlich das vom Hunde No. 1. Die Beutelchen waren hier schon nach $4^1/_2$ Stunde bis in den Anfang des Dickdarms vorgedrungen, wäh-

rend die Menge der gelösten Stoffe ausser allem Verhältniss grösser war, als bei allen übrigen; nur hier war das Eiweiss ganz gelöst und die anderen Stoffe sehr bedeutend vermindert. Es fällt sogleich in die Augen, dass dies die Verdauungskraft des Dünndarms auch für die eiweissartigen Körper in ein günstiges Licht stellt, wie dies namentlich von Bidder und Schmidt schon sehr nachdrücklich hervorgehoben wurde.

Die Wichtigkeit dieser Darmverdauung für den Uebergang einer hinlänglichen Menge eiweissartiger Körper aus der genossenen Nahrung wird durch unsere Versuche noch mehr beleuchtet. Im Magen der Thiere wird je nach den Umständen bald mehr vom einen, bald mehr vom anderen Nahrungsstoff aufgenommen werden, was wir, auf die künstlichen Verdauungsversuche gestützt, einem Unterschied im Säuregehalt zuschreiben zu dürfen glauben. Im Dünndarm muss sich dies wieder ausgleichen, wenn nicht sehr viel unbenützt den Körper wieder verlassen soll.

Ueber die Verdauung der eiweissartigen Stoffe der Hülsenfrüchte.

Man hat zwar öfters den eiweissartigen Körper der Hülsenfrüchte untersucht, jedoch mit ziemlich verschiedenen Ergebnissen. Diese Verschiedenheit der Angaben ist grösstentheils den ungleichen Bereitungsweisen zuzuschreiben, welche veranlasst haben, dass man verschiedene Stoffe mit abweichenden Eigenschaften unter dem Namen „Legumin“ beschrieben hat. Für die Frage, wie der eiweissartige Stoff der Hülsenfrüchte im Magen verändert und zur Aufnahme in's Blut tauglich wird, ist es indess nur wichtig zu wissen, welche Eigenschaften er im natürlichen Zustande besitzt, und wie er unter dem Einfluss der Siedhitze, der Säuren und des Pepsins sich verhält.

Mikroskopisch untersucht, bieten die Erbse, Pisum sativum, und die Linse, Ervum lens, folgende Merkmale. Die Oberhaut besteht aus einer Schichte von Zellen, deren Wände eigenthümlich verdickt sind. In den Zellen befinden sich nämlich lange viel-

eckige Prismen, welche die Höhle beinahe ganz ausfüllen und senkrecht auf der Oberfläche stehen. Schleiden*) leitet daher den Glanz, den diese Samen zeigen. Unter diesen kommt eine nicht scharf begrenzte, sich auch um den Embryo herum fortsetzende Lage kleinerer Zellen vor, mit einem stark zusammengeballten körnigen Inhalt, der sich durch Jod gelb färbt und nur wenige kleine Stärkmehlkörnchen enthält; Fett ist mikroskopisch nicht darin nachzuweisen. Darauf folgt ein gleichmässiges parenchymatöses Gewebe, welches aus grossen abgerundeten Zellen besteht, die an den Ecken durch ziemlich grosse Zwischenräume getrennt sind. Länglich runde Stärkmehlkörner, ohne deutliche Streifen und fast alle von gleicher Grösse, bilden den grössten Theil des Inhalts; zwischen dem Stärkmehl kommt derselbe feinkörnige Stoff vor, welcher in den äusseren, kleineren Zellen vorherrscht. Prüfungsmitteln gegenüber zeigt dieser folgendes Verhalten. Durch destillirtes Wasser wird der Inhalt der unversehrten Zellen nur langsam aufgelöst, so dass nach 24 Stunden noch eine, wenn auch geringe Menge übrig bleibt; bei sehr dünnen Durchschnitten erfolgt dagegen die Auflösung so rasch, dass man fast meinen könnte, die Zellen enthielten gar keinen körnigen Stoff; Zusatz von Alkohol macht den Inhalt undurchsichtiger, wobei er zusammenschrumpft und sich von der Zellwand entfernt, jedoch ohne dass ein deutliches Häutchen (Mohl's Primordialschlauch) sichtbar wird; die körnige Beschaffenheit behauptet sich. Aether wirkt ungefähr auf gleiche Weise.

Durch verdünnte Alkalien wird sogleich alles aufgelöst; Salze mit alkalischer Basis, Kochsalz, Chlorammonium, bewirken ein starkes Verblassen des Inhalts, nur eine das Licht sehr schwach brechende, bröcklige Masse bleibt übrig, die bloss bei einer sehr kleinen Blendung sichtbar ist; Kalksalze vermehren die Menge des körnigen Stoffs, machen ihn undurchsichtiger und ertheilen den Körnchen eine schärfer ausgeprägte Form. Durch verdünnte Essigsäure werden die Körnchen deutlicher; ein Niederschlag entsteht

*) Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik, S. 387.

nicht bloss innerhalb, sondern auch ausserhalb der Zellen, wenn der Durchschnitt eine Zeit lang in Wasser gelegen hat. Starke Essigsäure wirkt ungefähr auf gleiche Weise; der Niederschlag wird hierdurch nicht verringert. Die Einwirkung von Mineralsäuren, Schwefelsäure, Salzsäure und Salpetersäure ist dagegen sehr verschieden je nach dem Stärkegrad. Durch sehr verdünnte Salzsäure ($^1/_{2000}$ bis $^1/_{500}$) entsteht, sowohl innerhalb als ausserhalb der Zellen, ein stark körniger Niederschlag; in einer dichteren Säure ($^1/_{100}$ bis $^1/_{40}$) dagegen wird der Inhalt ganz gelöst, höchstens bleibt eine schwach lichtbrechende, kaum sichtbare Flüssigkeit zurück; noch stärkere Säure ($^1/_{30}$ bis $^1/_2$) erzeugt wieder eine sehr dichte körnige Masse. Die blaue Färbung durch starke Salzsäure konnten wir nur unvollständig beobachten, und nur ziemlich schwach die gelbe Farbe nach Einwirkung rauchender Salpetersäure und darauf folgendem Zusatz von Ammoniak. Die rothe Farbe durch Schwefelsäure und Zucker wird zumal nach einiger Zeit sehr deutlich; die Stärkmehlkörner erhalten sich hierbei in den meisten Fällen, was bei starker Salpetersäure nicht der Fall ist; die Zellstoffwände dagegen werden undeutlicher; der ganze Durchschnitt hat eine gleichmässig rothe Farbe, die auch ohne Zusatz von Zucker entsteht; der Inhalt der Zellen, so weit er Stickstoff führt, ist aufgelöst. Die Erwärmung bis auf 100° lieferte einigermassen verschiedene Ergebnisse, je nachdem langsam oder schnell erwärmt wurde. Bei sehr rascher, aber kurz dauernder Erwärmung waren die meisten Stärkmehlkörner noch vorhanden, freilich in aufgequollenem Zustande; das körnige Protoplasma ging hierbei in eine hellgelbe, mehr zusammenhängende, das Stärkmehl umschnürende Masse über; Zusatz verdünnter Säuren veränderte nun den Inhalt nicht mehr und erzeugte auch nur einen geringfügigen Niederschlag in der Umgebung des Durchschnitts; bei langsam eingeleitetem, aber lange fortgesetztem Kochen waren die Zellen aus einander gewichen; einige waren geborsten, in anderen war das Stärkmehl verschwunden; der Inhalt, soweit er Stickstoff führt, war vermindert, allein er zeigte noch dieselbe Anordnung, indem er durch breite Streifen ein Netz bildete, dessen

Maschen den nicht mehr sichtbaren Stärkmehlkörperchen entsprachen. In der Flüssigkeit entstand durch Säurezusatz ein Niederschlag.

Siedhitze bringt also eine Molecularveränderung an dem Inhalt der Zellen hervor, indem dieser vollständig gerinnt, wenn er sich nicht durch vorhergegangene Auflösung in Wasser hinlänglich hat verdünnen können, unvollständig, wenn dies wohl der Fall gewesen ist. Dass die durch Wärme erzeugte Gerinnung vorzugsweise hiervon abhängen dürfte, geht auch daraus hervor, dass das Filtrat von Erbsenmehl, welches in kaltes Wasser gebracht und dann gekocht wurde, durch Essigsäure viel stärker niedergeschlagen wird, als wenn das Mehl sogleich mit siedendem Wasser behandelt worden. Nach dem Zusatz einer geringen Menge Kochsalz, also bei grösserer Verdichtung der Lösung, wurde das Filtrat durch Säuren sogar durchaus nicht getrübt. Die Gerinnung ist also hier vollständig, da auch nach dem Abdampfen kaum ein organischer Rückstand erhalten wird. Ebenso wie zur Bereitung von Fleischbrühe ist es also auch zur Gewinnung einer kräftigen Erbsensuppe vortheilhaft, wenn man die Erbsen kalt aufstellt und sie langsam erwärmt. Wenn man Erbsenmehl mit Wasser behandelt, erhält man, nach Abscheidung der Stärke, eine Auflösung des Legumins, wie es in den Erbsen enthalten ist. Nur selten ist sie ganz klar; die Trübung, welche, wie die mikroskopische Untersuchung lehrt, von ungelöst gebliebenen Theilchen herrührt, verschwindet auf den Zusatz von etwas Kochsalz oder verdünntem Alkali. Selbst wenn sie frisch bereitet wurde, ist sie immer schwach sauer. Ob diese Flüssigkeit durch Lab gerinnt, oder nicht, darüber sind die Angaben der Schriftsteller verschieden. Wiederholt haben wir einen ganz neutralen Auszug eines Kalbsmagens einer frischen Leguminlösung zugesetzt, und immer entstand ein starkes Gerinnsel, wenn die Flüssigkeit sehr kurze Zeit hindurch einer Wärme von 38° ausgesetzt gewesen war, während in derselben Flüssigkeit, unter gleichen Umständen, ohne dass Magensaft zugesetzt war, keine Trübung entstand. Bei schwach alkalischen Lösungen war der Einfluss des Labs auf die Entstehung des Niederschlags so deutlich

nicht. Erst nach einigen Stunden gerannen beide Auflösungen, sowohl mit, wie ohne Magensaft, durch Säurebildung in der Flüssigkeit. Es scheint auch, dass Lab, wenigstens bei Verdauungswärme*), die Gerinnung des Käsestoffs durch beschleunigte Säurebildung veranlasst. Nach Skrzecka**) gerinnt reiner Käsestoff so wenig wie das Natron-Albuminat; beide Stoffe dagegen, wenn Butter und Milchzucker zugesetzt sind, und zwar am besten, wenn das Verhältniss dieser Stoffe dasselbe ist, wie in der Milch; als ein Kennzeichen des Käsestoffs hat also dieses Merkmal viel von seinem Werth eingebüsst.

Sei dem, wie ihm wolle: durch den sauren Magensaft gerinnt die Milch, sowohl innerhalb als ausserhalb des Körpers; dies ist auch der Fall mit dem frischen Auszug von Erbsen. In den Magen eines Kaninchens, das einige Tage lang ausschliesslich mit Brod gefüttert war, wurde eine gewisse Menge der letzteren Flüssigkeit durch einen Katheter eingeführt, und das Thier bald darauf getödtet. Trotz der Nahrungsweise, der es unterworfen gewesen war, fanden sich noch Ueberbleibsel grünen Futters in dem Magen; allein es zeigten sich deutlich zahlreiche kleine weisse Flocken zwischen den vorhandenen Stoffen. Durch das Filtrat des Inhalts wurde auch eine neue Menge des Erbsenauszugs stark gefällt. Bei einer Wiederholung des Versuchs bekam ich dieselben Ergebnisse; auch jetzt waren viele kleine Flocken sichtbar, die sich jedoch nicht zu grösseren Klumpen zusammengeballt hatten, wie man sie nach dem Genuss von Milch im Magen saugender Kälber findet.

Wie das körnige Protoplasma in den Zellen der Erbsen, so wird auch eine Lösung von Legumin in Wasser durch verdünnte Salzsäure niedergeschlagen und durch eine grössere Säuremenge wieder aufgelöst. Der zur Auflösung erforderliche Säuregrad be-

*) Um alkalische Milch durch Lab zur Gerinnung zu bringen, so dass auch später die Reaction noch dieselbe bleibt, muss höhere Wärme angewendet werden. (Heintz, Selmi, in Ludwig's Physiologie, Bd. II., S. 407.)

**) Dissertatio inauguralis Regimonti. Quaeritur, quomodo caseinum et natrum albuminatum pepsino afficiantur.

trägt $^1/_{70}$; niemals aber ist die Säure im Magen so stark; unmittelbare Auflösung ist also nicht zu erwarten; nach einer längeren Einwirkung kann jedoch eine verdünntere Säure dasselbe bewirken. Hierüber haben die folgenden Versuche, welche mit verdünnter Säure allein und mit Magensaft angestellt wurden, Aufschluss gegeben.

Eine Wiederauflösung des durch verdünnte Salzsäure oder durch schwach sauren Magensaft in der Erbsenlösung entstandenen Niederschlags trat ein oder nicht, je nach dem Mengenverhältniss der beiden Flüssigkeiten. War der Säuregrad der Auflösung, nach Erzeugung des Niederschlags, sehr gering, das heisst unter $^1/_{100}$, und zugleich die Leguminlösung sehr stark, also auch die Menge der in ihr vorhandenen Salze gross, dann wurde nichts aufgelöst, nicht einmal durch die Einwirkung von Pepsin, nachdem das Gemenge mehre Tage einer Wärme von 38° ausgesetzt gewesen war. Um dies noch sicherer zu entscheiden, wurde von einem Theil der Leguminlösung der in einer sehr geringen Säuremenge entstandene Niederschlag abfiltrirt, während in einem anderen Theil der Flüssigkeit der Niederschlag blieb. Nachdem beide fünf Tage lang bei Verdauungswärme in einem Brütofen gestanden hatten, wurde nun auch der noch vorhandene Niederschlag entfernt und die beiden Filtrate mit einander verglichen. Das Verhalten gegen alle Prüfungsmittel, Siedhitze, Gerbsäure, Säuren, Metallsalze war dasselbe; wenn sich während jener Zeit etwas aufgelöst hätte, so wäre dies nicht möglich gewesen.

Wenn indess der Säuregrad nur etwas stärker war, besser noch wenn der Niederschlag nach dem Filtriren mit einer neuen Menge verdünnter Säure vermischt ward, löste sich derselbe nach einiger Zeit vollkommen auf, während hierfür die Gegenwart von Pepsin nicht erforderlich schien. Es ist hierbei gleichgültig, ob der Niederschlag durch Essigsäure oder durch verdünnte Salzsäure entstanden ist; allein die Auflösung erfolgt nur durch letztere. Beachtenswerth ist noch, dass nicht bloss durch Siedhitze, sondern auch schon durch das Trocknen des in der frischen Lösung ent-

standenen Niederschlags dessen Auflösungsfähigkeit in verdünnter Säure verloren geht; nur unter dem Einfluss künstlichen Magensafts kann darauf der Aggregationszustand verändert werden. Die Wärme von 38° hat auch hier nur eine beschleunigende Wirkung; sie ist nicht unerlässlich für die Auflösung. Bei einer Vergleichung mit der Auflösung von gekochtem Eiweiss in künstlichem Magensaft ergab sich, dass der Säuregrad, welcher dieses am besten bewältigte, auch von dem aus frischem Erbsenauszug gefällten Legumin am meisten löste, und dass sogar nach einer sehr langen Zeit, ebenso wie beim Eiweiss, keine vollkommene Lösung erfolgte, wenn die Säuremenge zu gering war.

Nachstehende Zahlen mögen Ersteres beweisen:

In 25 Kubik-Centimeter Magensaft vermindert sich das Gewicht, welches für die bei 100° getrockneten Stoffe berechnet wurde, in 7 Stunden bei 38°:

Für Legumin:		auf 1 Gramm berechnet
mit $^1/_{100}$ H Cl.	von 0,915 zu 0,006	1 : 0,0065
mit $^1/_{500}$ H Cl.	von 0,607 zu 0,02	1 : 0,033
mit $^1/_{900}$ H Cl.	von 1,14 zu 0,14	1 : 0,123
Für Eiweiss:		
mit $^1/_{100}$ Säure	von 0,28 zu 0,004	1 : 0,014
mit $^1/_{500}$ Säure	von 0,409 zu 0,06	1 : 0,171
mit $^1/_{900}$ Säure	von 0,334 zu 0,100	1 : 0,329.

Das Legumin wurde aus einem frischen, klar durchgelaufenen Erbsenauszug durch Essigsäure niedergeschlagen, und nachdem es mit Wasser gewaschen war, feucht gewogen.

Wie schon beim Kleber bemerkt wurde, es kann diesen Zahlen nur ein vergleichender Werth beigelegt werden; dass sich bei diesen Versuchen im Ganzen so viel mehr Legumin als Eiweiss und besonders so viel mehr als Kleber auflöste, ist nicht auffallend, weil dieser Stoff in sehr fein vertheiltem Zustande, nachdem er bereits mit Säure in Berührung gewesen, in die Flüssigkeit gebracht wurde. Beide diese Umstände sind der Auflösung günstig, während Eiweiss

und auch Kleber als feste, zusammenhängende Körper viel langsamer von den Verdauungssäften angegriffen werden.

Unter den Schriftstellern, die über die Veränderungen der Nahrungsstoffe im Magen gehandelt haben, fanden wir nur bei Mulder und Frerichs etwas über Legumin verzeichnet.

Mulder berichtet Folgendes*):

„Das Legumin erleidet eine ähnliche Veränderung wie einer der beiden Hauptbestandtheile des ehemaligen Käsestoffs, nämlich der lösliche. Eine wässerige Auflösung des Legumins zum Beispiel, die dadurch bereitet wurde, dass man Erbsen, Bohnen, Mandeln, Hafer mit kaltem Wasser auszog, giebt mit Salzsäure einen Niederschlag, in der Verdauungswärme wird dieser Niederschlag für Erbsen wieder gelöst, der von Mandeln herstammende dagegen viel langsamer."

„Für unseren jetzigen Zweck ist es hinreichend, dass von Erbsen, Bohnen u. s. w. das Legumin im Magen erst gerinnt und darauf unter dem Einfluss derselben Säure sich wieder auflöst; dass jene Fällung, ebenso wie beim Käsestoff, durch Essigsäure bewirkt werden kann, dass aber Essigsäure die Auflösung für beide Stoffe in der Verdauungswärme nicht herbeiführt, so dass eine andere Säure oder diese und ein organischer Stoff zur Wiederauflösung beider erfordert wird."

Frerichs sagt**): „Legumin, aus Linsen dargestellt, verhielt sich gegen Magensaft wie Kleber, es löste sich in kurzer Zeit; die Flüssigkeit blieb aber trübe."

Auf welche Weise er sein Legumin bereitet hat, giebt er nicht an; allein es ist wahrscheinlich, dass er den durch Säuren entstandenen Niederschlag untersucht hat. Kleber löst sich, nach Frerichs, sowohl in verdünnten Säuren, wie in Magensaft, auf.

Die Angaben von Mulder und Frerichs stimmen also gut überein mit den oben erwähnten Ergebnissen.

---

*) Physiologische Scheikunde, S. 1063, 1064.

**) Wagner's Handwörterbuch, Art. Verdauung, S. 811.

Mulder spricht nur von der Art der Säure und nicht von deren Stärke; der Niederschlag in der Milch wurde aber, nachdem derselbe ausgewaschen war, also ausserhalb der Flüssigkeit, in welcher er entstand, zur Auflösung gebracht; das Gleiche kann auch für das Legumin angenommen werden.

Obgleich sich das Legumin sowohl in verdünnter Säure allein, wie in Magensaft, auflöst, sind doch die Eigenschaften der gewonnenen Lösungen von einander verschieden, gerade so wie bei anderen, in blosser Säure löslichen Eiweisskörpern. In dem einen Fall haben sich Peptone gebildet, im anderen nicht. Der grösste Unterschied zwischen beiden besteht auch beim Legumin darin, ob die Lösung durch Sättigung mit einem Alkali wohl oder nicht gefällt wird: Säuren erzeugen in beiden Lösungen je nach ihrer Stärke bald einen Niederschlag, bald nicht; Siedhitze verändert beide nicht; Metallsalze haben meist eine verschiedene Wirkung. Eisenkaliumcyanid bringt in beiden einen schwachen Niederschlag hervor; schwefelsaures Kupfer in der Peptonlösung nicht, u. s. w. Für den Uebergang in das alkalische Blut ist diese auch beim Legumin stattfindende Umsetzung von der höchsten Bedeutung. Denn ohne die Umwandlung in Pepton, d. h. ohne so beschaffen zu sein, dass es bei der Sättigung mit Alkalien gelöst bleibt, kann es nicht auf gesogen werden.

In den Erbsen gerinnt das Legumin, wie die mikroskopische Untersuchung lehrt, durch Siedhitze; dies ist auch meistens der Fall mit einer Auflösung in Wasser. Weshalb diese Gerinnung bisweilen ausbleibt, kann hier nicht näher untersucht werden; Zusatz verschiedener Salze, ein geringer Unterschied im Verhalten gegen Pflanzenpapiere *) ändern auch bei den übrigen eiweissartigen Körpern den Einfluss der Siedhitze so bedeutend, dass kein hinlänglicher Grund mehr besteht, das bei 100° in einem frischen

*) Wenn man die Flüssigkeit schwach alkalisch gemacht hat, dann gerinnt sie durchaus nicht beim Sieden, es bilden sich vielmehr nur Häutchen beim Abdampfen.

Erbsenauszug entstehende Gerinnsel für pflanzliches Eiweiss zu halten. Lieberkühn zumal hat gezeigt, dass der Käsestoff unter gewissen Umständen auch bei 100° gerinnt, obwohl keine Spur von Eiweiss in der Milch gefunden wird. Jedenfalls konnten wir, so oft wir dieses Gerinnsel untersuchten, in dem Filtrat weder durch Säuren, noch durch Abdampfen, irgend einen anderen Körper nachweisen; hier war also wohl die ganze Menge des eiweissartigen Stoffs, wie er in den Erbsen sich findet, gefällt. Im Verhalten zum Magensaft ist er jedoch von geronnenem thierischem Eiweiss gar nicht verschieden; durch Säuren allein wird er nicht aufgelöst, wohl durch Pepsin und eine verdünnte Säure, und zwar am besten, wenn die Säure den Stärkegrad hat, welcher für Eiweiss der geeignetste ist.

Roh gereichen die Erbsen namentlich den meisten pflanzenfressenden Vögeln zur Nahrung; im Kropf, der denn auch für die Verdauung nicht gerade erforderlich zu sein scheint *), erleiden sie keine oder kaum eine Veränderung, aber durch das dicke, harte Epithel des Fleischmagens werden sie fein vertheilt und für die Einwirkung des Magensafts vorbereitet.

Genaue Säurebestimmungen sind für den Magensaft der Vögel nicht bekannt; Berlin **) und Frerichs ***) fanden die Röthung des Lackmuspapiers im Speisebrei sehr deutlich, und wir haben diese Angabe immer bestätigen können; dies widerspricht wenigstens der Ansicht nicht, dass die Säuremenge hier ziemlich beträchtlich ist. Sowohl roh, als gekocht löst sich Legumin reichlicher in einer stark sauren als in einer schwach sauren Verdauungsflüssigkeit; dass die Bedingungen zur Auflösung einer grossen Menge des Legumins demnach im Magen der Vögel vorhanden sind, ist, ohne bewiesen zu sein, nach der starken Röthung des

*) Neergard, vergleichende Anatomie und Physiologie der Verdauungswerkzeuge der Vögel. Berlin 1806, S. 168. Die Entfernung des Kropfs hatte keine nachtheilige Wirkung.

**) Nederlandsch Lancet, 3. Serie, II.

***) Artikel Verdauung, S. 780.

Lackmuspapiers für wahrscheinlich zu halten; dass indess der gesammte Gehalt der Erbsen an eiweissartigem Stoff durch die Verdauungswerkzeuge der Vögel, insbesondere durch den Magensaft ausgezogen wird, ist nicht mit Sicherheit anzunehmen, da Berlin noch tief im Darmkanal ganz geschlossene mit Stärkmehl (auch mit Protoplasma?) gefüllte Zellen antraf. Dass Pepsin in den Zellen des Drüsenmagens vorkommt, beweisen die Versuche von E. Home *), der Milch durch den Inhalt der Drüsen aus dem Magen eines Truthahns gerinnen sah, und die von Berlin, der, indem er den Drüsenmagen einer Taube mit verdünnter Säure behandelte, eine Flüssigkeit erhielt, welche Eiweiss leicht auflöste. Künstlicher Magensaft, den wir aus dem Drüsenmagen einer Gans und einprocentiger Säure bereiteten, verwandelte Eiweiss in sein Pepton.

Für die Verdaulichkeit der Erbsen in den Verdauungswerkzeugen des Menschen ist es ein Haupterforderniss, dass die Oberhaut entfernt sei. Wenn diese zugegen ist, dann können die Verdauungssäfte durchaus nicht auf den Inhalt der Zellen einwirken; durch längeres Kochen jedoch bersten diese, gleichwie die meisten Zellen; das Stärkmehl quillt auf, und das zum Theil geronnene, zum Theil aufgelöste Legumin ist nun für die Umsetzung vorbereitet.

Um Brod daraus zu backen scheinen sich die Erbsen nicht gut zu eignen; dem Roggenmehl wird hier und da zu diesem Behufe etwas Erbsenmehl zugesetzt; allein die daraus gebackenen Brode sind wenig geachtet. Ein Brod, das wir aus reinem Linsenmehl backen liessen (Erbsenmehl war im Augenblick nicht zu haben), war schwer und fest, beinahe gar nicht aufgegangen. Alle, die es versuchten, fanden es nicht schmackhaft. Es schien auch nicht rasch aus dem Magen zu verschwinden, da wir durch oft wiederholtes Aufstossen den ganzen Tag an den unangenehmen Geschmack desselben erinnert wurden. Weil der zähe Kleber, welcher das Aufgehen bedingt, in den Erbsen fehlt, so kann das Erbsen-

*) On the coagulating power of the secretion of the gastric glands. Philosophical transactions for the year 1813.

mehl, abgesehen vom fremden Beigeschmack, auch nicht in die Form eines guten Brodes gebracht werden.

In einigen Gegenden der Donau-Fürstenthümer lebt die Bevölkerung nach einer mündlichen Mittheilung von Prof. Schrötter in Wien ausschliesslich von Erbsen und befindet sich wohl dabei; dies beweist deutlich, dass Erbsen auch für den Menschen ein gutes Nahrungsmittel darstellen, und dennoch scheinen Viele diese Hülsenfrucht nicht gut zu vertragen. Ihrer „aufblähenden Wirkung" halber missbilligte Oppolzer in seinen klinischen Vorlesungen den Genuss von Erbsen, Bohnen u. s. w. in den meisten Fällen von Verdauungsstörungen, gleichviel woher diese rührten; Bamberger giebt dasselbe an in Virchow's specieller Pathologie. Hiermit stimmt eine Beobachtung von Helm überein*): er verschluckte gut gekochte, in ein Säckchen eingenähte Erbsen und fand dieselben zwar ziemlich gut verdaut, aber mit Luft gefüllt wieder; nur von den Erbsen berichtet er dies. In den Amsterdammer Krankenhäusern dagegen besteht ein oder zweimal wöchentlich die Kost der Kranken und Genesenden aus Erbsen; sie werden gut vertragen und es ist keine nachtheilige Wirkung davon bekannt. — In seiner Streitschrift gegen die Revalenta arabica**) erwähnte auch Frickhinger, dass schon in den ältesten Zeiten die Urtheile über die Verdaulichkeit der Hülsenfrüchte sehr verschieden waren. — Das Legumin zeigt hierin wieder eine Aehnlichkeit mit dem Käsestoff. Sehr viele Erwachsene vertragen die Milch nicht; ziemlich bald müssen sie den regelmässigen Genuss derselben aufgeben; und hierauf gründet sich das Trinken der Molken statt frischer Milch. Dass Form und Beschaffenheit des durch Lab erzeugten Gerinnsels für verschiedene Milcharten ungleich sind, wies Elsässer nach***); der

*) Zwei Krankengeschichten von Jacob Helm. Wien 1803. Dieser bekannte Wiener Arzt hat zuerst (lange vor Beaumont) Versuche über die Verdauung bei einer Frau mit einer Magenfistel angestellt.

**) Revalenta arabica des Du Barry. Ein grossartiger Betrug. Nördlingen 1854.

***) Die Magenerweichung der Säuglinge. Siehe Lehmann, Lehrbuch der physiologischen Chemie, Bd. II., S. 295

weichere Käsestoff der Muttermilch soll deshalb vom Kindermagen leichter verdaut werden, als das viel mehr zusammengeballte Gerinnsel aus Kuhmilch. Gleiche Beobachtungen hat Lammerts van Bueren angestellt*).

Auf gleiche Weise wird auch die verschiedene Bereitung der Erbsen zur Löslichkeit des Legumins viel beitragen. So entsteht z. B. durch das Kochen in sogenanntem hartem Wasser eine in Säuren unlösliche Verbindung mit den darin vorhandenen Kalksalzen. Allein sogar bei denselben Speisen zeigen sich bei verschiedenen Einzelwesen, schon in gesunden und mehr noch in kranken Verhältnissen, so viele Verschiedenheiten, dass man hierfür wohl nie eine erschöpfende Erklärung finden wird. Beachtungswerth ist indess die Angabe von Bidder und Schmidt**), nach welcher die Speichelabsonderung bei allen jungen saugenden Thieren fehlt, während auch die mit Wasser zerriebenen Speicheldrüsen junger Kinder und Kälber, die schon etwas älter waren, nur sehr unvollkommen gekochte Stärke in Zucker umwandeln. Zu der Zeit also, in welcher die Milch die einzige Nahrung der Jungen darstellt und der Lab-

*) Nederlandsch Lancet, 2. Serie, Bd. IV., S. 733. Lammerts van Bueren fand durch vergleichende Versuche nicht bloss, dass das Gerinnsel der Frauenmilch vom Kindermagen leichter gelöst wird als das von Kuhmilch, sondern auch, dass letzteres leichter von Kälberlab bewältigt wird.

Einige merkwürdige Beobachtungen, welche auch einen Unterschied in der Gerinnung verschiedener Milcharten darthun, führt Helm S. 11 mit folgenden Worten an: „Die Menschen-, Kuh-, Ziegen- und Eselsmilch gerann allezeit auf der Stelle, sie mochte durch den Mund, oder durch die ausserordentliche Oeffnung des Magens in denselben gebracht worden sein; nur dann verzögerte sich diese Erscheinung, wenn der Magen vorher mit Wasser oder einer anderen Flüssigkeit gut ausgespült war, vermuthlich, weil der Magensaft in diesem Augenblicke mangelte; denn nach einigen Minuten, als sich dieser neuerdings absonderte, war die Milch wieder geronnen. Die Eselsmilch brauchte die längste Zeit zum Gerinnen. Der Topfen von Menschenmilch war zäher und dicker; nichts desto weniger war er, so wie die anderen nach drei Stunden vollkommen verdaut."

**) Die Verdauungssäfte, S. 22

magen der Wiederkäuer die übrigen Magen an Grösse bedeutend übertrifft, fällt die Hauptbedingung eines geringen Gehalts an freier Säure im Magensaft, nämlich die Sättigung durch den Speichel, hinweg, so dass der unvermischte Magensaft auf den geronnenen Käsestoff einwirken kann, da die Molken nach den Angaben von Schröder und Frerichs bald aufgesogen werden. Gerade in den Fällen, in welchen Frerichs im Magen der Kinder harte unverdaute Käsestoffgerinnsel antraf, fand er den Inhalt sehr schwach sauer, wie er sagt, im Gegensatz zu der allgemein angenommenen Ansicht, dass diese krankhafte Milchverdauung in einer vermehrten Säurebildung begründet wäre.

Im Allgemeinen steht es fest, dass für die meisten Menschen die Hülsenfrüchte, wenn sie nur gut zubereitet werden, eine ausgezeichnete Nahrung bieten; bei dem Verhalten des Legumins zu dem gewöhnlich geringen Säuregehalt des menschlichen Magens, wird also für diesen Körper mehr noch als für den Kleber die auflösende Wirkung der Flüssigkeiten des Dünndarms in Betracht kommen müssen, um eine hinlängliche Aufsaugung desselben zu erklären. Die Untersuchung dieses Gegenstandes lag ausserhalb der uns gesteckten Grenzen, indem wir durch die Form des auf die eine oder auf die andere Weise niedergeschlagenen Legumins. die es unmöglich macht, dasselbe in Beutelchen einzuschliessen, namentlich aber durch Mangel an Zeit genöthigt waren, weitere Untersuchungen am lebenden Thier zu unterlassen.

X.

Gegen eine neue Theorie der Faserstoffgerinnung.

Von

G. Zimmermann.

Briefliche Mittheilung an den Herausgeber.

In Sachen Faserstoff muss ich noch einmal die Feder ergreifen, um mich gegen Vorwürfe, die Sie, geehrter Herr Professor, vielleicht im Stillen bereits gegen mich erhoben haben, zu vertheidigen.

Ich darf nämlich wohl annehmen, dass Sie im British Athenäum (1505) oder in Froriep's Notizen (No. 1, IV. Bd. 1856) eine Hypothese über den nächsten Grund der Faserstoffgerinnung gelesen haben, die von der meinigen, der Sie einen Platz in Ihren „Untersuchungen zur Physiologie" einzuräumen die Güte hatten, total abweicht. Beide mögen zu gleicher Zeit publicirt worden sein, und ich könnte dem physiologischen Publicum die Wahl zwischen beiden in aller Ruhe überlassen, wenn ich nicht wer weiss wie oft die Erfahrung hätte machen müssen, dass die ausländischen Fabrikate bei uns noch immer für besser gehalten werden, als die eigenen, und dass Kritik gerade in Sachen „Blut" so sehr mangelhaft geübt wird.

Das englische Organ, aus dem die Miscelle in Froriep's Notizen entlehnt ist, steht mir nicht zu Gebote, ich kann daher nur nach dieser referiren, dass Dr. B. W. Richardson die Entdeckung gemacht hat, dass jedes Blut flüchtiges Ammoniak (ammon. carbon.) enthält, dem dasselbe seinen flüssigen Zustand ver-

dankt. Sowie jene Verbindung aus dem gelassenen Blute entwichen ist, gerinnt es; indem Richardson alle früheren Hypothesen über die Fibringerinnung mustert und die seinige mit allen diese betreffenden Phänomenen zusammenhält, gelangt er zu dem Schlusse, dass er den einzigen und wahren Grund der Blutcoagulation gefunden habe.

Zum Glücke trifft mich diese Hypothese nicht unvorbereitet: denn mag Richardson die flüchtige Ammoniakverbindung im Blute selbständig gefunden haben oder nicht, und mag es sich ebenso mit dem Gedanken verhalten, dass ihr Entweichen aus dem Blute die Gerinnung desselben bedingt, ich kann beweisen, dass ich bereits im Jahre 1851 den Gehalt des gesunden und kranken Blutes an flüchtigem Ammoniak gekannt und die Möglichkeit einer Beziehung desselben zur Gerinnung des Faserstoffs aufgestellt habe.

Es war bei Gelegenheit einer mir von Vierordt aufgetragenen Recension des Frerichs'schen Buchs über die Bright'sche Krankheit, in specie dessen Uraemie-Hypothese, dass ich gesundes und krankes Aderlass- und Schröpfblut auf seinen Gehalt an „kohlensaurem Ammonium" untersuchte: der halitus sanguinis ergab an einem mit Salzsäure befeuchteten Glasstabe stets so starke (Salmiak?) Nebel, dass an der Existenz einer flüchtigen Ammoniakverbindung im circulirenden venösen Blute kein Zweifel sein konnte. Am Schlusse meiner Mittheilung hierüber in No. 52 der medicinischen Zeitung des Vereins für Heilkunde in Preussen (1851) bemerkte ich ausdrücklich, dass ich untersuchen wolle, ob das Entweichen des Ammoniaks aus dem Blute die Ursache der Gerinnung sein könne.

Im Verfolg dieser Untersuchungen überzeugte ich mich sehr bald, dass jener Gedanke, der jetzt von Richardson als neu und eigenthümlich aufgestellt worden ist, Nichts für sich habe, und da ich bald eine Reihe unzweifelhafter Thatsachen fand, die mir den wahren Grund der Blutgerinnung zu enthalten schienen, so habe ich desselben in meiner Abhandlung über den Faserstoff (s. diese

„Untersuchungen", Band I. Heft 2) nicht einmal Erwähnung gethan. Es hätte dies sehr gut S. 102 geschehen können, wo ich der Scudamore'schen Ansicht gedachte, dass die im Blute vorhandene Kohlensäure die Ursache seines flüssigen Zustandes sei und deren Entweichen die Gerinnung des Fibrin bewirke, eine Ansicht, die noch etwas mehr für sich hatte als die Richardson'sche, da bewiesen ist, dass die Kohlensäure einen Einfluss auf die schnellere oder langsamere Coagulation des Faserstoffs hat.

Sollte ein exacter Beweis für jene Hypothese angetreten werden, so müsste zunächst feststehen, welcher Natur jene flüchtige Ammoniakverbindung des Blutes ist, die im Halitus sanguinis entweicht. Dass sie kohlensaures Ammonium sei, ist durch die Nebel, die sich am Glasstabe, der mit Salzsäure befeuchtet ist, bilden, nicht bewiesen: rothes Reagenspapier wird dadurch nicht gebläut, und der Geruch des Halitus sanguinis, der so sehr verschieden ist, spricht ebenfalls nicht für ammon. carb., vielmehr für einen ammoniakhaltigen Riechstoff, ähnlich wie ihn die Pflanzenblüthen entsenden. Ferner ist zu bedenken, dass diese flüchtige Ammoniakverbindung nicht unbedingt als der Blutflüssigkeit zugehörig zu betrachten ist, sie kann vielmehr in gewissen zelligen Elementen des Blutes enthalten sein und endlich, wäre sie im Plasma gelöst, so müsste doch erst durch exacte Versuche bewiesen sein, dass sie es ist, die den Faserstoff vor dem Gerinnen schützt und dass ein Mehr oder Weniger von ihr die Coagulation desselben verzögert oder beschleunigt. Richardson müsste diese flüchtige Ammoniakverbindung isolirt darstellen und in ihr Blut auffangen, um die Abänderung in den Gerinnungszeiten u. s. w. studiren zu können u. s. w. Diese Gewinnung von halitus sang. in grösserer Menge wird zwar ihre Schwierigkeiten haben, sie ist aber möglich; eine Destillation von Blut, wie sie schon von Türck u. A., die Salmiak darin gefunden zu haben glaubten, vorgenommen ist, dürfte jedoch kein reines Resultat liefern, weil die Bildung kohlensauren Ammoniaks während des Destillirens nicht von der Hand zu weisen ist. Denn vom theoretischen Standpunkt aus muss man zugeben,

dass das Blut, sobald es das Gefässsystem verlassen hat, der Fäulnies verfällt, und dass deren erste Anfänge schon Ammoniak liefern, wodurch jedoch die Gerinnung des Blutes nicht verhindert wird.

Um den flüssigen Zustand des Blutes, während es circulirt, erklärlich zu finden, hat man wohl nicht nöthig, das flüchtige Ammoniak des Blutes anzusprechen: die fixen Salze der Blutflüssigkeit genügen, den Faserstoff flüssig zu erhalten, wenn derselbe nicht überhaupt, wie das Casein in der Milch so lange gelöst bliebe, als ihn nicht ein Contactkörper trifft, der die Lagerung in seinen Atomen oder seine chemische Constitution so ändert, dass er in den festen Zustand übergehen muss. Vor der Bildung dieses „geeigneten" Fermentkörpers ist das Blut aber natürlicherweise so lange geschützt als es circulirt und seine Hämatin-Zellen „leben", und sie scheint um so langsamer vor sich zu gehen, je mehr das Blut vor der directen Einwirkung der atmosphärischen Luft geschützt ist.

Sollte das Entweichen der flüchtigen Ammoniak-Verbindung der einzige Grund der Faserstoff-Gerinnung sein, so wäre nicht recht einzusehen, wie das Blut in unterbundenen Gefässen, im Herzen, in Aneurysmen, in entzündeten Gefässen, wie in Exsudaten, die von der äusseren Luft vollständig abgeschlossen sind, u. s. w. der Faserstoff gerinnen kann. Wer möchte annehmen, dass das flüchtige Ammoniak aus dem Bluterguss bei Apoplex. sang. im Gehirn entweicht und dass dann erst Gerinnung eintritt, und wer vermöchte einzusehen, weshalb sich um Hollunderstückchen, die in ein grösseres Gefäss gebracht werden, eine Blutgerinnung bildet, da dem Entweichen von Ammoniak gar keine Möglichkeit gegeben ist? u. s. w.

Der Richardson'schen Hypothese stehen aber vorzüglich meine Beobachtungen entgegen, die darthun, dass die Fäulniss fibrinhaltiger Flüssigkeiten deren Gerinnung beschleunigt; durch Salze flüssig erhaltene Blutflüssigkeit gerinnt von selbst, wenn sie faul geworden ist: dabei entwickelt sich stets kohlensaures Ammoniak und dieses, das zum Theil entweicht, vermag die Coagu-

lation nicht zu verhindern. Faulende Flüssigkeiten, die ebenfalls Ammoniak enthalten, beschleunigen die Gerinnung auffallend, sie können in's Blut gespritzt dies gerinnen machen; in's Gefässsystem gespritzte Exsudate, die als in den ersten Anfängen beginnender Fäulniss begriffen zu betrachten sind, d. h. einer Zersetzung, wie sie im kranken Organismus möglich ist, wirken ähnlich wie putride Materien, und in den Capillaren „entzündeter" Theile scheint es unter dem Einfluss der abnormen und gesteigerten Oxydations-Processe ebenfalls zur Bildung von Fermentkörpern zu kommen, die die Gerinnung des Fibrin veranlassen können u. s. w.

Sollte die Richardson'sche Hypothese anscheinend die langsamere Gerinnung des venösen Blutes im Gegensatz zum arteriellen dadurch genügend erklären, dass man annimmt, jenes enthalte mehr flüchtiges Ammoniak, weil es beim Passiren der Lungencapillaren davon verliert, so wäre erstens zu beweisen, dass die Lungenexhalation kohlensaures Ammoniak enthält, was in ganz exacter Weise nicht recht geschehen kann, und dass das arterielle Blut ärmer daran ist, was die Versuche mit dem mit Salzsäure befeuchteten Glasstabe nicht stringent darthun, und zweitens sprechen gegen jene Erklärung die Versuche über die Differenzen der Gerinnungszeiten des arteriellen und venösen Blutes, wenn man es in Salzlösungen aufgefangen hat. Ich habe in meiner Abhandlung (S. diese Untersuchungen, Band I. S. 146) sub 9 einen derartigen Versuch mitgetheilt, der beweist, dass selbst die serofibrinöse Flüssigkeit des arteriellen Blutes auf Zuguss gleicher Wassermengen schneller gerinnt als die des venösen: von einem Gehalt an flüchtigem Ammoniak kann in beiden nicht füglich mehr die Rede sein, wenn sie offen an der Luft 12—24 Stunden gestanden haben, es kann also durch ein Plus oder Minus davon die langsamere oder schnellere Gerinnung des Fibrin nicht erklärt werden.

Aehnlich verhält es sich mit der Erklärung, weshalb der Faserstoff der serofibrinösen Flüssigkeit auf Zuguss von Wasser nicht plötzlich, sondern allmälig gerinnt, weshalb die Coagulation auf Zuguss destillirten Wassers langsamer erfolgt als auf Zuguss

von Brunnenwasser u. s. w. Entwichen ist die flüchtige Ammoniak-Verbindung überall, bevor das Wasser zugegossen wird, was hindert also das Fibrin zu gerinnen, sobald die Salze so verdünnt sind, dass sie ihre schützende Kraft verloren haben?

Richardson kannte, als er seine Hypothese aufstellte, von den Thatsachen, die ich in Bezug auf die Gerinnung des Blutes gefunden, keine einzige; die alten mochten ihr keine grossen Hindernisse entgegenstellen, die nicht mit Hülfe einiger Sophistik und neuer Hypothesen zu beseitigen gewesen wären: ich habe mir die Mühe genommen, jene mit Hülfe der Richardson'schen Annahme zu erklären, aber es war nicht möglich, auch nur eins der erwähnten Gerinnungsphänomene auf das Entweichen des hypothetischen kohlensauren Ammoniaks zurückzuführen.

Eine systematische Verfolgung des Gedankens, dass die ersten Fäulnissanfänge die Ursache der Blutgerinnung seien, wird, wenn die chemischen Hülfsmittel ausreichen, gewiss ergeben, was für Stoffe sich dabei bilden, und welche die Ursachen der Fibringerinnung sind. Diese Arbeit hat ihre grossen Schwierigkeiten, aber sie wird zu dauerhaften Resultaten führen, denn Alles spricht dafür, dass der Gedanke, von dem sie ausgeht, richtig ist.

Hamm, 6. November 1856.

P. S. Grosse Hoffnungen setze ich in dieser Beziehung auf die ferneren Untersuchungen von Schönbein und His in Basel über das Verhalten des Hämatin zum Sauerstoff, den dasselbe in den erregten, ozonisirten Zustand zu versetzen im Stande ist. Ich habe in meiner Abhandlung über den Faserstoff im ersten Bande dieser „Unter-

suchungen“ eine Reihe von Thatsachen beigebracht, die dafür sprechen, dass gerade durch Zersetzung des Hämatin die Gerinnung des Faserstoffs beschleunigt wird, und S. 160 schon bemerkt, dass dem ozonisirten Sauerstoff ein ganz anderer Einfluss auf das abgestorbene Blut zukommen müsse, als auf das lebende. Es mag im Blute auch noch andere Materien geben, durch deren Zersetzung Stoffe entstehen, die das Fibrin gerinnen machen; aber, wie ich schon S. 168 erwähnt, das zersetzte Hämatin scheint dies am schnellsten bewirken zu können.

Hamm, 14. Februar 1857. Z.

XI.

Zur Durchschneidung des Nerv. Trigeminus.

Von

Ferdinand Marfels.

Mehrfach im vergangenen Sommer im Verein mit Herrn Professor Dr. Robert angestellte Versuche bei Thieren, wie Hunden, Kaninchen und Fröschen, den Nerv. trigeminus zu durchschneiden bestimmen uns zur Veröffentlichung der erhaltenen Resultate. Sind dieselben auch nicht so übereinstimmend mit den von andern Forschern gemachten Beobachtungen, so sind sie unserer Meinung nach dennoch werth veröffentlicht zu werden, um in ihrem Gegensatze zur näheren Erkenntniss der Verhältnisse, die nach der Durchschneidung dieses Nerven auftreten, das Ihrige beizutragen.

Wir halten es vorerst für unnöthig, eine ausführliche Auseinandersetzung unseres Verfahrens bei der Operation der Durchschneidung wie auch des Verlaufes jedes einzelnen Versuches zu geben, und begnügen uns, summarisch die Resultate zusammenzustellen und zu erwähnen, dass wir bei Hunden und Kaninchen über dem Jochbogen gleich neben dem Ohre in die Stelle des Schläfenbeines eindrangen, die sich bei der Beobachtung am Knochen als licht und durchscheinend zeigt. Wir bedienten uns hierzu entweder des Longet'schen Neurotoms oder eines feinen Messers, das nach Art eines Tenotoms, etwas wenig bogenförmig, gearbeitet

und mit einer ganz kurzen Spitze versehen war. Bei der Anwendung des letzteren waren wir der Anbohrung des Knochens, wie sie das Longet'sche Instrument verlangt, überhoben und konnten gleich durch Haut und Weichtheile, durch den Knochen in die Gehirnhöhle eindringen und nun, durch anatomische Vergleichsmessungen der Kopfgrössen befähigt, den Nerven zu durchschneiden suchen. Bei Fröschen wandten wir die Budge'sche Methode an. Mehrmals versuchten wir auch nach Anwendung des Trepans durch die so gemachte Oeffnung in die Gehirnhöhle einzudringen. Da indess hier stets bedeutender Druck auf irgend einen Theil des Gehirns ausgeübt werden muss, indem erst nach theilweiser Zurseitelegung der grossen Gehirnlappen der Nerve gefunden wird, standen wir von dieser Methode ganz ab und wandten meist das von uns construirte Messer an.

Von allen Forschern, die diesem Gegenstande ihre Zeit und Kräfte widmeten, werden die nach der Durchschneidung des Nerv. trigeminus auftretenden Erscheinungen in solche eingetheilt, die in und an dem Auge, und solche, die an der betreffenden Seite des Kopfes, an welcher der Nerve durchschnitten, auftreten. Die hierbei entstehenden Verhältnisse sind von Schiff*) nach den verschiedensten Autoren und seinen eigenen Arbeiten übersichtlich zusammengestellt und einer Kritik nach ihrem Auftreten unterworfen worden. Wenngleich Manches in unseren Beobachtungen den Ansichten Schiff's zu widersprechen scheint, so können wir es doch nicht unterlassen, auf die Genauigkeit unserer Beobachtungen fussend, dieselben hier niederzulegen, um durch die entgegenstehenden Beobachtungen und Ansichten zur richtigen Erkenntniss zu gelangen.

In unsere Beobachtungsreihe fallen vierzehn Hunde, fünfzehn Kaninchen und einige vierzig Frösche, bei denen wir den Nerven mit mehr oder weniger Glück durchschnitten haben.

---

*) Moritz Schiff. Untersuchungen zur Physiologie des Nervensystems u. s. w. Frankfurt a. M. 1855.

Bei allen Hunden, bei denen die Operation glückte und wo wir aus den auftretenden Erscheinungen und der nachherigen Section die Durchschneidung bestätigen konnten, trat für's erste gleich nach der Operation eine Erweiterung der Pupille ein, die stets gleich mit einem glanzlosen, matten, stieren Blicke verbunden war Die Hornhaut erschien nach zwei bis drei Minuten wie abgetrocknet manchmal wie ein Sieb punktirt, der Augapfel starr in die Augenhöhle eingekeilt, etwas hervorstehend. Bei den drei uns vollständig geglückten Durchschneidungen zugleich neben der Unbeweglichkeit der Augenlieder ein tieferes Herabsinken der segelförmigen Haut der Oberlippe der operirten Seite, nebst mehr oder weniger geringer Bewegung des Nasenloches derselben Seite. Die von den Forschern beobachtete schnelle Trübung der Hornhaut ist in diesen drei Fällen, in welchen die Thiere leider schon nach 36, 42 und 54 Stunden starben, von uns nie beobachtet worden. Die Symptome, wie wir sie beschrieben, blieben bis zum Tode, wozu sich dann noch eine vermehrte Schleimabsonderung in den Augenliedern und an der Nase zeigte, mit der verbunden wir in dem Auge selbst nur eine grauliche Trübung nebst geringer Röthung der Conjunctiva bulbi und der Augenlieder wahrnehmen konnten. Alle diese Durchschneidungen waren meist von grossem Blutverluste begleitet, der auch darin sicher seine Erklärung findet, dass der trigeminus bei Hunden zwischen zwei grossen Blutleitern verläuft, deren einer hinter dem Ohre bogenförmig nach unten, der andere wie eine Rinne die Sella turcica umgiebt. Sehr schwer ist es darum, hier den Nerven in seiner Totalität ohne grossen Blutverlust zu durchschneiden und so das Thier für längere Zeit dem Leben zu erhalten. Die Augen zeigten bei der mikroskopischen Untersuchung in dem Augenwasser flockige mit Eiterkörperchen vermischte Exsudatmassen, jedoch in nicht zu grosser Menge, welche die grauliche Färbung bedingt haben mögen.

Glücklicher gestalteten sich die Verhältnisse bei den Kaninchen, bei denen die Operation erstens vermöge der geringeren Festigkeit und Dicke der Knochen leichter zu vollbringen und zweitens, weil

der muthmasslichen Berechnung der Lage des Nerven und der Tiefe, in welche eingedrungen werden muss, in der eher möglichen Beschaffung gleicher Individuen viel mehr Sicherheit gegeben ist. Hier fanden wir fast stets nach totaler, durch die Section bestätigter Durchschneidung des Nerven, gleich nach geschehener Operation, die Pupille bedeutend verengt, meist etwas in die Länge gezogen; auf das Auge ausgeübter Reiz bleibt ohne Reaction, das ganze Auge starr in der Augenhöhle etwas hervortretend, die Cornea wie abgeschilfert, das ganze Auge und der Blick glanzlos, die Augenlieder unbeweglich. Diese Erscheinungen waren fast gleich im Momente nach der Operation vorhanden. Lichtscheu schien einigemal vorhanden, konnte indess nie vollkommen constatirt werden. Einmal indess war sie stark vorhanden und hielt über 24 Stunden an, wobei das Thier stets die operirte Seite gegen die dunkle Wand hin hielt und in eine andere Stellung versetzt stets die früher innegehabte wieder einzunehmen sich bemühte.

Sechsmal war gleich nach der Operation ein Erschlaffen des Ohres der operirten Seite eingetreten, das sich jedoch meist bis zum dritten Tage wieder hob und eine Aufrichtung desselben, wenn auch nicht grade ganz gleich der früheren wieder eintrat. In allen Fällen war aber mit den vorhin beschriebenen Symptomen eine Lähmung und Unbeweglichkeit der operirten Gesichtshälfte verbunden, was äusserst schön in den Bartborsten zu Tage trat, die ganz entgegengesetzt denen der gesunden Seite schlaff herabhingen. Der weitere Verlauf der nun eintretenden Erscheinungen ist bei schwarzen Kaninchen mit dunklen Augen folgender. Meist beginnt sechs bis sieben Stunden nach der Operation sich eine Trübung der Hornhaut zu zeigen, die vom vordern untern Ende der Cornea zur Mitte hin sichtbar wird, und sich nach vierundzwanzig Stunden als eine weisslich gelbliche Masse erfassen lässt. Die Cornea selbst ist trocken, meist siebartig punktirt, die Augenlieder geschlossen und mit Schleim verklebt, so dass nach vierundzwanzig Stunden eine ziemliche Schleimmenge zwischen den beiden Liedern angehäuft ist, ohne dass es zu förmlicher Vertrocknung desselben und Verklebung

gekommen ist. Das dritte Augenlied bedeutend geschwollen und an den Bulbus angelagert. Das Auge selbst ist unempfindlich gegen Reiz, die Conjunctiva des Bulbus und des Augenliedes ist geröthet und Gefässinjection am obern Rande der Cornea, die schon bei einzelnen Thieren nach zwei Stunden bemerkbar war. In zwei Fällen erschien die Iris röthlich tingirt. Die Pupille ist im Verhältniss zur normalen Grösse noch bedeutend verengt und verzogen, obwohl nicht mehr die gleich nach der Operation eingetretene ungeheure Verengung vorhanden ist. Die Erscheinungen an der Gesichtshälfte sind um diese Zeit dieselben, die Nasenlöcher mit festem Schleim belegt. Die Trübung nimmt nun bis zum fünften und sechsten Tage zu und erfüllt bis zu dieser Zeit fast die ganze Cornea. Uns ist es nie gelungen, Kaninchen länger als bis zum siebenten Tage am Leben zu erhalten, und soweit unsere Beobachtungen reichen, ist bis dahin keine weitere eingreifendere Veränderung in der Cornea entstanden. Einmal zwar bemerkten wir, nachdem das Thier am fünften Tage gestorben war, eine kleine Excoriation derselben von innen nach aussen, die von der Trübungsmasse überzogen und erfüllt war. Soweit bis zu dem siebenten Tage die Beobachtung der Pupille ermöglicht ist, bemerkten wir stets vom dritten Tage an ein Verziehen und Erweitern derselben, so dass die gleich nach der Operation entstandene Verengung verringert war. Die Exsudatmassen, die wir immer auf dem innern Rande der Cornea aufliegen sahen und die leicht hin- und hergeschoben werden konnten, enthielten meist zusammengeballte Eiterkörperchen nebst kleinen mit Kernkörperchen versehenen Kernen. Einmal am siebenten Tage nach der Operation, am Todestage des Thieres, zeigten sich kleinere und grössere gelatinöse Körper, die ohne Kern einen fetttröpfchenähnlichen Glanz besassen und nach Einwirkung von Kali caust. und Aether nicht zerstört wurden. Dieselben theilten sich plötzlich unter dem Mikroskope ohne allen Druck wieder in andere Körper, von denen sich dann wieder andere ablösten. Von einer verminderten Speichelsecretion

sowie Gefässinjection der Mundschleimhaut haben wir niemals Andeutungen gefunden.

Unsere Resultate bei den Fröschen sind fast ganz dieselben, nur bemerkten wir hier nicht die Injection der Iris, die wir bei Kaninchen fanden. Ueberhaupt fanden wir von Gefässinjection weiter nichts als vermehrte Injection der Gefässchen in der Mundhöhle und der Conjunctiva, welch' erstere öfter sehr stark ausgeprägt erschienen und bis zum Zungenansatze sich erstreckten. Die Aufwulstung und Trübung des Augenliedes der operirten Seite trat nach unsern Beobachtungen schon zwischen dem zweiten und dritten Tage nach der Durchschneidung des Nerven ein und ging meist vom innern Augenwinkel nach dem äussern. Die Trübung der vordern Augenkammer begann meist zwischen dem siebenten und neunten Tage, zweimal am elften Tage, und auch hier wieder vom untern Rande der Cornea aus setzte sich dieselbe gegen die Mitte zu fort. Auffallend mag es erscheinen, dass wir hier zweimal auf Thiere stiessen, die bei Unbeweglichkeit des Auges, schwacher Röthung der Conjunctiva des Bulbus und Gefässinjection der Mundschleimhaut, Verengerung der Pupille, Unempfindlichkeit gegen Reiz, Unbeweglichkeit der Augenlieder, längere Zeit (vier Wochen) anhaltender Lähmung der operirten Gesichtshälfte, wobei die operirte Seite des Unterkiefers nicht geschlossen werden konnte, während der ganzen Zeit ihres Lebens bis zu ihrem Tode, der zwischen sechs und sieben Wochen fällt, keine auch nur merkliche Trübung des Augenliedes oder des Auges zeigten, während die andern Erscheinungen am Auge bis zum Tode anhielten. Die Section ergab uns keinen Anhaltspunkt, beidemal fanden wir den Nerven durchschnitten. Noch auffallender war bei einem dieser Thiere die Abmagerung der untern Extremität der operirten Seite, die während seiner Gefangenschaft auftrat; das abgemagerte Bein war bei dem Tode um fast die Hälfte atrophischer als das der andern Seite. Von einer Perforation der Hornhaut haben wir unter all unsern Beobachtungen an Fröschen wie an Kaninchen keinen einzigen Fall. Wir sind daher nach unserer Anschauung gewillt, die Exsudatbildung aus

dem Humor aqueus der vordern Augenkammer abzuleiten, indem wir, wie dies bei Kaninchen schon erwähnt, auch hier stets eine vorhergegangene Trübung der vordern Augenkammerflüssigkeit beobachtet haben. So haben wir denn auch die Anlagerung des Exsudats vom untern Rande nach der Mitte hin beobachtet, entgegengesetzt der anderer Forscher, die die Trübung zuerst im Centrum auftreten sahen, was jedenfalls seinen Grund in der Eigenschwere der Körperchen hat. Durch diese Anlagerung an die Hornhaut und an die Iris, die statt ihrer bei Fröschen meist goldglänzenden Farbe ein milchigtrübes Ansehen erhält, werden die Ernährungsvorgänge im Auge selbst jedenfalls behindert und so vielleicht der Grund der von Andern beobachteten Hornhautdurchbrechung und Ablösung gegeben.

Dass überhaupt nach der Durchschneidung des Nerven stets bei Fröschen eine Pupillenverengerung im Augenblicke der Durchschneidung auftrete, müssen wir auf unsere Erfahrungen gestützt verneinen. Nach unsern Tagebuchnotizen ergiebt sich, dass bei fast einem Drittel der operirten Thiere gleich nach der Operation entweder nur eine ganz geringe Abweichung von dem normalen Durchmesser der Pupille statt fand, der zu Gunsten einer Verengerung gedeutet werden könnte, oder meist bei diesem Drittel die Pupille, anstatt sich zu verengern, eine Erweiterung einging. Bei diesem Verhalten der Pupille waren alle andern gewöhnlich beobachteten Erscheinungen vorhanden und die Trübung ebenfalls schon nach vierundfünfzig Stunden in der vordern Augenkammer bemerkbar. Einmal fanden wir bei einem Thiere die Pupille bis zum fünften Tage erweitert, worauf sie während zwei Tagen sich bedeutend verengte und am achten Tage bei zunehmender Trübung fast wieder ihr normales Aussehen annahm.

Wir halten es nicht für nothwendig, hier auf die bei Thieren, denen nur ein Theil der Fasern des trigeminus durchschnitten war, erhaltenen Resultate zurückzukommen, indem jeder, der irgendwie diese Operation ausgeführt, das Misslingen der Operation gleich an den auftretenden Erscheinungen, der sofortigen Erweiterung der

Pupille u. s. w. wahrnimmt, und dieselben zum Weitern schon öfter beschrieben wurden.

Uns will es nach allem Beobachteten erscheinen, dass, wie wir dies schon einmal angeführt, die Hauptmomente der Durchschneidung des trigeminus in der Ernährungsstörung des Auges, daher Gefässinjection der Conjunctiva, der Unempfindlichkeit des ganzen Auges gegen Reiz und in Trübung der vordern Augenkammerflüssigkeit, deren Exsudate sich auf die Innenseite der Hornhaut legen, bestehen. Dass der trigeminus mit die Beweglichkeit des Auges vermittle mag in Bezug auf die Pupille gelten, auf das ganze Auge übt er indessen keine directe Einwirkung.

Bei einer Operation wie die Durchschneidung des trigeminus treten stets Nebenverhältnisse ein, die man selten ganz beseitigen kann und deren Wichtigkeit und Bedeutung für das Ganze wir bis jetzt noch nicht genau kennen. In der, wenn auch kleinen anatomisch verschiedenen Lagerung der Nerven und Gefässe bei den einzelnen Thieren mag wohl noch manches mitwirkende Moment bei dem einen oder dem andern Versuche zu finden sein. So sahen wir bei Hunden den Oculomotorius gerade über dem trigeminus verlaufen, während der abducens schräg unter demselben verlief. Bei Hunden und Kaninchen fanden wir daher auch meist die Beweglichkeit des Augapfels aufgehoben, bei Fröschen die totale Beweglichkeit behindert, indessen stets eine Bewegung des Auges von innen nach aussen ermöglicht.

Coblenz, 14. Januar 1857.

XII.

Beiträge zur Kenntniss des Winterschlafes der Murmelthiere.

Von

G. Valentin.

Dritte Abtheilung.

§. 5. Wärmeverhältnisse.

Wir haben schon früher gesehen, dass die Murmelthiere in einer unter dem Gefrierpunkte erkalteten Luft nach und nach erwachen. Diese Thatsache wurde zuerst von Mangili*) und Prunelle**) auf dem Versuchswege gefunden. Beide sahen, dass die im Winterschlaf befindlichen Geschöpfe aufwachten, nachdem sie einer künstlichen oder natürlichen Kälte von — 7° oder — 14° C. ausgesetzt worden waren. Saissy***) bestätigte zwar das

---

*) Mangili in den Annales du Muséum d'Histoire naturelle tome IX. Paris 1807. pag. 117.

**) Prunelle in den Annales du Muséum d'Histoire naturelle tome XVIII., pag. 43 bis 45.

***) Saissy in Reil's Archiv für Physiologie. Bd. XII. Halle 1815 8. S. 302 bis 303 und 306.

Gleiche in zwei Beobachtungen. Er theilt aber noch eine dritte wesentlich abweichende Erfahrung mit. Ein in einem kupfernen Behälter eingeschlossenes Murmelthier, das den Tag vorher in einem Eiskeller wach zugebracht hatte, soll bei einer Kälte von — 8° in tiefen Erstarrungsschlaf verfallen sein. Das Murmelthier schlafe nur bei einer sehr starken Kälte ein. Ich glaube nach meinen Erfahrungen vermuthen zu müssen, dass ein weit höherer Wärmegrad in unmittelbarer Nähe jenes im Heu liegenden Thieres vorhanden gewesen. Meine Murmelthiere erwachten immer von selbst, sowie die Temperatur einen oder wenige Grade unter Null gesunken war. Ich habe auch in künstlichen Kälteversuchen nicht beobachten können, dass der Erstarrungszustand bei — 8° C. möglich bleibt.

Beträchtliche Kältegrade wecken die Winterschläfer ziemlich rasch. Ich brachte abwechselnde Schichten von Schnee und Kochsalz in einen grossen Glascylinder. Ein Murmelthier von 798 Gramm Körpergewicht befand sich auf einem Drahtgestell in einem zweiten kleinern Glase. Ich senkte dieses in die Kältemischung, als sie — 16° C. angab. Das fest eingeschlafene Thier regte sich schon nach weniger als einer Minute, streckte und krümmte sich, zuckte mit den Augenliedern und war auf bestem Wege in Kurzem vollständig zu erwachen. Die gleichzeitige Temperatur der Zimmerluft betrug + 8° C. Die Atmosphäre des innern Behälters zeigte noch + 5° Celsius einen Centimeter von der Haut des Murmelthieres entfernt, als dieses sich zu bewegen begann. Ich entfernte sogleich den innern Cylinder aus der Kältemischung und stellte ihn frei im Zimmer hin. Das Murmelthier war wieder eine Viertelstunde später fest eingeschlafen.

Ich legte in der Folge dasselbe Thier im Freien in Schnee, während die Luft — 7°,5 darbot. Es bewegte sich auch diesmal verhältnissmässig lebhaft nach kurzer Zeit, streckte und krümmte sich häufig, suchte auf vier Füssen zu stehen, fiel aber wie trunken um, und öffnete endlich die Augen. Ich brachte es hierauf in einen Raum, dessen Luftwärme + 7° C. betrug. Es schlief dann wieder in Kurzem fest ein.

Ein anderes Murmelthier, das seit einigen Tagen wachte und bei der Annäherung eines Menschen durchdringend zu pfeifen pflegte, wurde in einen Glasbehälter gebracht, und dieser in Schnee eingegraben, während die Luft — 8° C. zeigte. Das Thier schlief nicht nur nicht ein, sondern wurde noch unruhiger als es früher gewesen war und athmete endlich rasch und keuchend. Ich brachte es hierauf in einen Raum zurück, dessen Luftwärme + 7° bis 8° C. glich. Es war hier bis zum andern Tage vollständig erstarrt.

Mangili, Prunelle, Saissy und Berger haben zahlreiche Beobachtungen über die Eigenwärme der Murmelthiere im wachen und schlafenden Zustande angestellt. Das Hauptergebniss dieser Bemühungen war die Ueberzeugung, dass sich die wachen Winterschläfer wie die übrigen Säugethiere verhalten. Ihre Temperatur sinkt hingegen beträchtlich während der Erstarrungszeit. Es kann sogar nach Barkow*) vorkommen, dass die Winterschläfer niedrigere Wärmegrade als die Atmosphäre ihres Aufenthaltsraumes darbieten.

Die wachen Murmelthiere verrathen keine hervorstechenden Eigenthümlichkeiten ihrer Temperaturverhältnisse. Ich habe es daher nicht für nöthig gehalten, ausgedehntere Beobachtungsreihen in dieser Hinsicht anzustellen. Ich machte dagegen eine grössere Anzahl von Wärmemessungen während der Winterszeit, um vorzugsweise die den verschiedenen Graden der Erstarrung entsprechenden Wechselerscheinungen kennen zu lernen. Man giebt häufig als Regel an, dass man das Thermometer so lange in dem zu untersuchenden Theile lassen müsse, bis der Stand der Quecksilbersäule unverändert bleibt. Arbeitet man mit Instrumenten, die $^1/_{10}$ bis $^1/_{20}$ Grad erkennen lassen, so überzeugt man sich, dass man dieser Forderung weder im Menschen, noch in den Säugethieren scharf genügen kann, weil oft die Wärme in kurzer Zeit innerhalb jener

*) H. Barkow. Der Winterschlaf. Berlin 1846. 8. S. 177.

kleinen Grenzen schwankt. Dasselbe wiederholt sich häufig in den erstarrten Murmelthieren. Man stösst aber hier noch auf einen andern Uebelstand. Die durch die Einführung des Thermometers bedingte Reizung ruft häufig Athembewegungen hervor. Die Temperatur steigt daher nicht selten während der Beobachtungszeit. Ich habe deshalb mit a. die erste, mit b. die zweite, mit c. die dritte Wärmemessung u. s. f. in der nachfolgenden Uebersichtstabelle bezeichnet.

I. Altes Murmelthier von 3,3 bis 2,75 Kilogramm Körpergewicht.

Nr. der Beobachtung.	Monat.	Tag.	Temperatur über dem Nullpunkte in Celsiusgraden.							Bemerkungen.
			Mundhöhle.	Mastdarm.	Penisschlauch.	Achselhöhle.	Leistenbuge.	Umgebende Luft: während der Beobachtung.	Umgebende Luft: Maximum und Minimum der Zwischenzeit.	
1.	Dec.	4. Morgens.	b. 14°,6	a. 11°,3	c. 11°,8	—	—	6°,0	—	Leise schlafend.
2.	„	4. Nachmitt. 2½ Uhr.	c. 14°,5	a. 11°,2	b. 11°,7	—	—	6°,5	—	Kein Herzschlag zu fühlen.
3.	„	5. Mittags 12 Uhr.	c. 12°,6	a. 9°,6	b. 9°,9	e. 9°,6	d. 10°,5	6°,2	—	
4.	„	6. Mittags 12 Uhr.	d. 14°,6	b. 9°,4	c. 9°,8	—	a. 9°,6	5°,8	6°,0 u. 3°,0	Macht 7 tiefe Einathmungen in 2 Minuten.
5.	„	6. Nachmitt. 3½ Uhr.	d. 31°,5 e. 30°,2 h. 33°,8	a. 13°,5 c. 14°,8 f. 17°,0 g 17°,9	b. 15°,4 g. 15°,8	—	—	6°,5	7°,0 u. 3°,8	Das Thier wach, aber schlaftrunken; macht 18 bis 19 Athemzüge in der Minute unmittelbar vor a und 16 bis 17 unmittelbar nach h. Der Kopf fühlte sich schon von Anfang an auffallend warm, die Fusssohlen dagegen kalt an.
6.	„	7. Morgens 11½ Uhr.	c. 35°,9	a. 33°,9	b. 34°,2	—	d. 34°,6	5°,6	6°,0 u. 4°,0	Wach, aber träge. 14 Athemzüge in der Minute unmittelbar nach c. Reichlicher Schleimfluss aus dem Penisschlauch.
7.	„	17. Mittags 2 Uhr.	e. 35°,7	a. 25°,1	b. 27°,6	d. 32°,9	c. 31°,5	4°,3	—	Halbtrunken und während der Wärmemessungen immer mehr erwachend.
8.	„	20. Morgens 11 Uhr.	a. 37°,6	d. 33°,8	—	b. 37°,9	c. 35°,8	7°,8	—	Ganz wach, hat vorher Koth und Harn entleert und ist sehr lebhaft.

9.	„	22.	a. 36°,5	d. 32°,8	e. 33°,5	b. 36°,3	c. 35°,3	5°,0	—	Halbwach und allmälig immer mehr erwachend. Drei Centimeter vom Körper hat die Luft 12°,5 C. und in einer Entfernung von 12 bis 19 Centimeter 20°,5 C.
10.	„	24. Morgens 10 Uhr.	b. 11°,4 c. 11°,4	d. 8°,5	e. 9°,2	a. 10°,3	—	4°,8	4°,9 u. 2°,5	Schlafend. Luft 1½ Centimeter vom Rücken entfernt 50,3 C. Athmet nicht während a und b, macht 7 Athemzüge in der Minute während c, setzt dieses 5 Minuten fort, athmet dann während d 9 mal und während e 12 mal in der Minute.
11.	„	26. Morgens 10½ Uhr.	a. 37°,1	d. 34°,6	e. 34°,6	b. 36°,4	c. 36°,2	5°,0	7°,8 und 6°,8	Der Mastdarm mit Koth gefüllt. Wach und beisssüchtig. 17 bis 18 Athemzüge in der Minute. Penisschlauch trocken.
12.	„	27. Nachmittags 3½ Uhr.	a. 13°,3 b. 13°,8 g. 13°,2 h. 13°,4	c. 12°,8 d. 12°,8	e. 12°,8 f. 12°,8	—	—	4°,9	—	Schlafend. Athmete während a 4 mal, während b 6 mal, während c 7 mal, während d 12 bis 13 mal, während e 10 mal, während f 13 bis 14 mal, während g 14 mal und während h 14 bis 15 mal in der Minute. Jeder Athemzug ist von einem hörbaren Pfeifen begleitet. Die Berührung der Hornhaut mit einem Drahte erzeugt Bewegungen des Kopfes.
13.	„	29. Morgens 11½ Uhr.	a. 26°,8 f. 28°,6	d. 24°,6 g. 23°,6	e. 25°,0	b. 28°,3	c. 25°,9	4°,2	5°,3 und 2°,3	Schlafend, erwacht während der Beobachtungszeit und macht 26 Athemzüge in der Minute unmittelbar nach g.
14.	„	31.	a. 13°,4 d. 13°,4	b. 10°,5	c. 10°,6	—	—	4°,1	5°,5 und 2°,0	Schlafend, athmet während a 6 bis 7 mal, während b 7 bis 8 mal, während c und d 9 mal in der Minute.
15.	Jan.	2.	a. 9°,7 c. 9°,8 g. 9°,8	f. 8°,0	e. 8°,4	b. 10°,2	d. 8°,9	2°,8	4°,3 und 2°,0	Macht während a keine merklichen Athembewegungen. Die ersten Spuren der letzteren beginnen während b. Man hat während c 4 tiefe Athemzüge in der Minute, 4 bis 5 nach athemlosen Pausen während d, 7 während e, f und g Das Thier wacht durch äussere Reize au-

Nr. der Beobachtung.	Monat.	Tag.	Temperatur über dem Nullpunkte in Celsiusgraden.							Bemerkungen.
			Mundhöhle.	Mastdarm.	Penisschlauch.	Achselhöhle.	Leistenbuge.	Umgebende Luft: während der Beobachtung.	Umgebende Luft: Maximum und Minimum der Zwischenzeit.	
16.	Januar	3.	a. 9°,6 f. 12°,6	e. 6°,9	d. 7°,3	b. 9°,9	c. 8°,5	3°,1	—	genblicklich auf, schläft aber sogleich wieder ein. Schlafend. Die Temperatur wird in dem Schlunde 6 Centimeter von den Schneidezähnen entfernt genommen. Das Thier macht Gegenbewegungen des Kopfes und des linken Vorderbeines bei dem Einführen des Thermometers. Man hat 7 Athemzüge in der Minute während a, 9 während b und c, 9 bis 10 während d, 11 während e und 13 bis 14 während f.
17.	„	4. Morgens 11¼ Uhr.	34°,1	—	—	—	—	2°,1	—	1 bis 2 Centimeter von dem Körper des Thieres entfernt giebt das Thermometer 30,4.
18.	„	9. Nachmittags 4 Uhr.	a. In der Rachenhöhle 8 Centimeter von den Schneidezähnen entfernt 11°,6.	b. 7°,4	—	—	—	3°,1	3°,8 bis 1°,0	Nicht ganz ruhig schlafend.
19.	„	11. Morgens 10¼ Uhr.	b. 13°,0	a. 9°,1	—	—	—	4°,7	—	Ruhiger Schlaf, erwacht aber zum Theil während der Beob-

											achtung und macht 13 Athemzüge in der Minute.
20.	„	11. Mitt. 12 U.	a. $13^0,3$	b. $8^0,0$	—	—	—	$5^0,3$	—	Athmet indessen 28 mal in der Minute. Schlaftrunken.
21.	„	11. Nachmittags 2 Uhr.	a. Rachenhöhle 7 bis 8 Centimeter hinter den Schneidezähnen $28^0,6$.	b. $12^0,5$	—	—	—	$5^0,8$	—	Das Thier war in Folge eines Falles, während sich die Explorationsnadel im Herzen befand, zwischen $12^1/_2$ und 2 Uhr gestorben.
22.	„	11. Nachmittags 2 Uhr 40 Min	Einschnitt in den linken grösseren Brustmuskel $26^0,0$. Brusthöhle in der Gegend des linken vierten Zwischenrip] enraumes $25^0,0$.		a. $11^0,0$			$5^0,2$	—	
23.	„	13. Morgens 10 Uhr.	a. $7^0,8$	b. $7^0,2$	c. 7^01			$4^0,6$	—	Hoher Grad von Todtenstarre der Kiefer-, der Rücken- und der Extremitätenmuskeln.

II. Murmelthier von 1,0 Kilogramm Körpergewicht.

24.	Dec.	18. Morgens $11^1/_2$ Uhr.	a. $11^0,8$	b. $9^0,8$	—	—	—	$10^0,8$	—	Begann während der Messung zu athmen.
25.	Januar	9. Nachmittags 3 Uhr.	b. $8^0,3$ d. $10^0,4$	a. $7^0,2$ c. $10^0,0$	—	—	—	$7^0,2$	—	Zwischen b und c mit dem Magnetelektromotor behandelt. Während c und d 15 bis 16 Athemzüge in der Minute.
26.	„	12.	b. $8^0,6$	a. $8^0,1$	—	—	—	$9^0,5$	—	
27.	„	19.	b. $13^0,2$	a. $12^0,5$	—	—	—	$7^0,2$	—	Vorher mit dem Magnetelektromotor gereizt.
28.	Febr.	13.	b. $9^0,4$	a. $9^0,0$	—	—	—	$7^0,9$	—	

III. Männliches Murmelthier von 1,08 Kilogramm Körpergewicht.

Nr. der Beobachtung.	Monat.	Tag.	Temperatur über dem Nullpunkte in Celsiusgraden.			Bemerkungen.
			Mundhöhle.	Mastdarm.	Umgebende Luft.	
29.	Nov.	25. Nachmittags 3 Uhr.	a. $9^0,4$	b. $9^0,2$	$4^0,4$	Ruhiger Schlaf.
30.	„	27. Nachmittags $2^3/_4$ Uhr.	In der Tiefe der Halswunde neben der Luftröhre $11^0,0$.			Die beiden herumschweifenden Nerven unmittelbar vorher durchschnitten.
31.	„	27. Nachmittags $2^3/_4$—3 U.	b. $11^0,1$	a. $9^0,8$	—	Ungefähr 5 bis 10 Minuten nach der Nervendurchschneidung.
32.	„	27. Nachmittags 5 Uhr.	b. $12^0,6$	a. $11^0,0$	$9^0,7$	Zwischen 4 und 5 Uhr gestorben.
			In der Tiefe der Halswunde $13^0,3$.			
33.	„	29. Morgens 9 Uhr.	b. $7^0,6$	a. $7^0,9$	$7^0,2$	Der Leichnam hatte über Nacht in einer Temperatur von 10° bis 6° zugebracht.

IV. Männliches Murmelthier von 1,06 Kilogramm Körpergewicht.

34.	Dec.	13. Nachmittags 3 Uhr.	b. $7^0,6$	a. $7^0,4$	$5^0,5$	In einer mit Wasserdampf gesättigten Luft ruhig schlafend. Keine sichtlichen Athembewegungen.
35.	„	31. Morgens $10^1/_2$ Uhr.	b. $7^0,0$	a. $5^0,3$	$7^0,3$	War in der Nacht vorher in einem hermetisch geschlossenen Behälter gestorben.
36.	Januar	2. Morgens 9 Uhr.	b. $-0^0,3$	a. $-0^0,3$	$-2^0,8$	Die Todtenstarre hatte wieder aufgehört.

V. Murmelthier von 669,3 Gramm Körpergewicht.

37.	Dec.	18.	a. $10^0,1$	b. $8^0,7$	$3^0,5$

VI. Murmelthier von 1006,5 Gramm anfänglichem Körpergewicht.

Nr. der Beobachtung.	Monat.	Tag.	Temperatur über dem Nullpunkte in Celsiusgraden.			Bemerkungen.
			Mundhöhle.	Mastdarm.	Umgebende Luft.	
8.	Dec.	18. Morgens 11 Uhr.	a. 15°,5	b. 12°,8	11°,25	Macht 4 Athemzüge in der Minute.
39.	Januar	19. Nachmittags 3 Uhr.	b. 13°,2	a. 12°,5	7°,2	Das Thier halb erwacht und schlaftrunken.
40	„	20.	b. 8°,3	a. 6°,4	5°,5	Ruhiger Schlaf.
1.	„	27.	b. 9°,3	a. 8°,4	10°,9	Desgleichen ohne Athembewegungen.
42.	„	30.	a. 7°,8	b. 6°,9	7°,8	Regt sich nur etwas bei dem Einführen des Thermometers in den Mastdarm.
43.	„	30.	a. 10°,1	b. 8°,2	10°,3	Nachdem die Explorationsnadel ungefähr 38 Minuten im Herzen gesteckt hatte.
44.	„	30.	a. 10°,7	b. 9°,8	11°,0	Nachdem sich die Nadel 55 Minuten im Herzen befunden hatte.
45.	Mai	12.	b. 19°,0	a. 18°,9	18°,3	Leise schlafend.

VII. Igel von 1,03 Kilogramm Körpergewicht.

Nr. der Beobachtung.	Monat.	Tag.	Temperatur über dem Nullpunkte in Celsiusgraden.		Bemerkungen.
			Tiefe der Oeffnung des eingerollten Thieres neben der Schnauze.	Umgebende Luft.	
46.	Januar	1.	36°,2	4°,1	Fast ganz wach. 11 bis 14 tiefe Athemzüge in der Minute.
47.	„	2.	14°,5	2°,8	Halbwach. 34 schnarchende Athemzüge in der Minute.
48.	„	3.	5°,6	3°,1	Leise schlafend. 13 Athemzüge in der Minute nach der Berührung.

Das kleine mit einer sehr dünnen Quecksilbersäule versehene Thermometer wurde immer in die Mundhöhle drei bis sechs Centimeter tief zwischen der Wange und den linken Backenzähnen und ungefähr eben so weit in den Mastdarm eingeschoben. Ich

brachte es einen bis drei Centimeter in den Schlauch des männlichen Gliedes des grössten unter No. 1 bezeichneten Murmelthieres. Die Messungen der Wärme der Achselhöhle, der Leistenbuge und der Tiefe der Oeffnung des eingerollten Igels wurden so gemacht, dass die Thermometerkugel und ein Stück des freien Cylinders von den thierischen Theilen allseitig umgeben waren.

Man kann die gleichzeitige Temperatur der Atmosphäre nur annäherungsweise mit der des Murmelthieres zusammenstellen. Hängt man eine Reihe von Thermometern in immer grössern Entfernungen von dem erstarrten Geschöpfe auf, so überzeugt man sich, dass es die unmittelbar umgebenden Luftschichten, selbst wenn es in tiefem Schlafe liegt, merklich zu erwärmen pflegt. Da man aber gewöhnlich nur die Temperatur der Zimmerluft überhaupt bestimmt, so fällt der Unterschied zwischen ihr und der Eigenwärme des Murmelthieres oder des Igels grösser aus. Wir sehen z. B. in der 17. Beobachtung unserer Haupttabelle, dass die Zimmerluft 2°,1 C. und die Mundhöhle des Thiers 34°,1 C., mithin 32°,0 C. mehr darbot. Da die Luft einen bis zwei Centimeter von dem Körper des Thieres entfernt 3°,4 C. zeigte, so wäre der Unterschied um 1°,3 C. kleiner ausgefallen, wenn man die Temperatur der das Thier zunächst umgebenden Luftschichten der Beobachtung zum Grunde gelegt hätte. No. 9 lehrt, dass die Luft drei Centimeter von dem Körper des Thieres 12°,5 C., in einer Entfernung von 12 bis 18 Centimeter 10°,5 C., endlich in einem Abstande von mehreren Fuss nur 5°,0 C. hatte. No. 10 gab 5°,3 C. 1½ Centimeter von dem Rücken des Thieres und 4°,8 C. in einer Distanz von mehreren Fuss.

Wir haben schon früher gesehen, dass bisweilen die Winterschläfer kälter als die Luft ihres Aufenthaltszimmers zu sein scheinen. Diese Thatsache kehrt auch für No. 24, 26, 41, 42, 43 und 44 unserer Tabelle wieder. Sie beruht nichts desto weniger unzweifelhaft auf Täuschung. Bedenkt man, dass der Boden meistentheils minder warm als die Zimmerluft ist, und die Thiere nicht selten der Grundfläche ihres Aufenthaltsorts unmittelbar anliegen, so kann

auf sie eine kältere Temperatur, als das im Zimmer frei aufgehängte Thermometer zeigt, nachdrücklich einwirken.

Verzeichnen wir uns zunächst übersichtlich die Unterschiede, welche die Wärme der Mundhöhle und des Mastdarms im Vergleiche mit der der Zimmerluft dargeboten hat, so erhalten wir:

Unterschied der Temperatur der Mundhöhle und des Mastdarms von der gleichzeitigen Wärme der Zimmerluft in Celsiusgraden.

Thier.	Beobachtungsnummer.	Unterschied der Wärme der Mundhöhle.	Unterschied der Wärme des Mastdarmes.	Luftwärme.	Zustand des Thieres.
Thier I.	1.	b. 8°,6	a. 5°,3	6°,0	Leise schlafend.
	2.	c. 8°,0	b. 5°,2	6°,5	Fester schlafend.
	3.	c. 6°,4	a. 3°,4	6°,2	Desgleichen.
	4.	d. 8°,8	b. 3°,6	5°,8	Athmet 7 Mal in der Minute.
	5.	d. 25°,0	a. 7°,0	6°,5	Wach, aber schlaftrunken mit kalten Hinterfüssen.
	6.	c. 30°,3	a. 28°,3	5°,6	Wach, aber träge.
	7.	e. 31°,4	a. 21°,1	4°,3	Halbtrunken und immer mehr erwachend.
	8.	a. 29°,8	d. 26°,0	7°,8	Ganz wach.
	9.	a. 31°,5	d. 27°,8	5°,0	Halbwach und immer mehr erwachend.
	10.	b. 6°,6	e. 4°,4	4°,8	Schlafend.
	11.	a. 32°,1	d. 29°,6	5°,0	Ganz wach.
	12.	a. 8°,4	c. 7°,9	4°,9	Schlafend, aber nach und nach immer mehr athmend.
	13.	a. 22°,6	d. 20°,4	4°,2	Schlafend, aber allmälig erwachend.
	14.	a. 9°,3	b. 6°,4	4°,1	Schlafend, aber hin und wieder athmend.
	15.	a. 6°,9	f. 5°,2	2°,8	Schlafend, aber später schwach athmend.
	16.	a. 6°,5	e. 3°,8	3°,1	Desgleichen.
	17.	a. 32°,1	—	2°,1	Halbwach.
	18.	a. 8°,5	b. 4°,3	3°,1	Nicht ganz ruhig schlafend.
	19.	b. 8°,3	a. 4°,4	4°,7	Desgleichen.
	20.	a. 8°,0	b. 2°,7	5°,3	Schlaftrunken.
Thier II.	24.	b. 1°,0	—a. 1°,0	10°,8	Schlafend } Beginnt
	25.	b. 1°,1	a. 0°,0	7°,2	Desgl. } später zu athmen.
	26.	—b. 0°,9	—a. 1°,4	9°,5	Schlafend.
	27.	b. 6°,0	a. 5°,3	7°,2	Desgleichen, aber etwas aufgeweckt.
	28.	b. 1°,5	a. 1°,1	7°,0	Schlafend.
Thier III.	29.	a. 5°,0	a. 4°,8	4°,4	Desgleichen.
	32.	b. 2°,9	a. 1°,3	9°,7	
	34.	b. 2°,1	a. 1°,9	5°,5	Ruhiger Schlaf.

Thier.	Beobachtungsnummer.	Unterschied der Wärme der Mundhöhle.	Unterschied der Wärme des Mastdarmes.	Luftwärme.	Zustand des Thieres.
Thier V.	37.	a. $6^0,6$	b. $5^0,2$	$3^0,5$	Ruhiger Schlaf.
	38.	a. $4^0,25$	b. $1^0,55$	$11^0,25$	Desgleichen.
	39.	b. $6^0,0$	a. $5^0,3$	$7^0,2$	Halb erwacht.
	40.	b. $2^0,8$	a. $0^0,9$	$5^0,5$	Ruhiger Schlaf.
	41.	—b. $1^0,6$	—a. $2^0,5$	$10^0,9$	Desgleichen.
	42.	a. $0^0,0$	—b. $0^0,9$	$7^0,8$	Desgleichen.
	43.	—a. $0^0,2$	—b. $2^0,1$	$10^0,3$	Desgleichen.
	44.	—a. $0^0,3$	—b. $1^0,2$	$11^0,0$	Desgleichen.
	45.	b. $0^0,7$	a. $0^0,6$	$18^0,3$	Leise schlafend.

Wir wollen uns die Gesammtsumme der hier dargestellten Beobachtungen in vier Hauptkategorien eintheilen. Die erste umfasst den wachen bis halbwachen, die zweite den schlaftrunkenen Zustand, die dritte den leisen, und die vierte den festen Winterschlaf. Wenn auch die Thiere der ersten Rubrik hin und wieder vollkommen wach waren, so befanden sie sich doch immer in ziemlich niedern Temperaturen und hatten seit langer Zeit gefastet. Beides bedingte, dass sie etwas geringere Wärmegrade als die wachen und wohl genährten Murmelthiere mitten im Sommer lieferten. Ich habe den schlaftrunkenen Zustand, oder richtiger gesagt, den eigenthümlichen Uebergang von der durch die Erstarrung bedingten Abkühlung zur beträchtlichen Erwärmung als besondere Klasse aufgestellt, weil hier sehr grosse Unterschiede zwischen den Temperaturen der Mundhöhle und des Mastdarms auftreten, eine Erscheinung, auf die wir noch ausführlicher zurückkommen werden. Ich sah den Fall, in welchem die Temperatur der Mundhöhle die der Luft des Aufenthaltsortes um $6^0,6$ C. übertroffen hat, als die niederste Grenze des leisen Schlafes an. Fiel der Unterschied geringer aus, so rechnete ich den Fall zu dem des festen Winterschlafes. Wir haben demnach:

Wärme der Zimmerluft.		Unterschied von der Temperatur der Zimmerluft in Celsiusgraden.				Anzahl der Beobachtungen.	Zustand.
		Mundhöhle.		Mastdarm.			
Maximum u. Minimum.	Mittel.	Maximum u. Minimum.	Mittel.	Maximum u. Minimum.	Mittel.		
+ 7°,8	4°,97	32°,1	31°,20	29°,6	26°,56	6	Wach bis halbwach.
und							
+ 2°,1		29°,8		21°,1			
+ 6°,5	5°,35	25°,0	23°,80	20°,4	13°,70	2	Schlaftrunken.
und							
+ 4°,2		22°,6		7°,0			
+ 6°,5	4°,81	9°,3	7°,87	7°,9	4°,83	12	Leiser Schlaf.
und							
+ 2°,8		6°,6		2°,7			
+ 18°,3	8°,63	+ 6°,5	2°,17	+ 5°,3	1°,3	17	Fester Schlaf.
und							
+ 3°,1		— 1°,6		— 2°,5			

Nehmen wir die Mittelwerthe der Wärmegrössen der Mundhöhle und des Mastdarms, so finden wir:

Mittlere Temperatur in Celsiusgraden.	Mittlerer Unterschied der Eigenwärme in Celsiusgraden.	Zustand.
4°,97	28°,88	Wach bis halbwach.
5°,35	18°,75	Schlaftrunken.
4°,81	6°,35	Leiser Schlaf.
8°,63	1°,60	Fester Schlaf.

Wir sehen zunächst, dass der Unterschied zwischen der Eigenwärme des Thieres und der Lufttemperatur von dem Zustande des Wachens oder Schlafens wesentlich abhängt. Die erste Kategorie giebt verhältnissmässig beträchtliche Differenzen, deren Durchschnittswerth beinahe 29° C. erreicht, weil die Zimmertemperaturen zwischen 2°,1 C. und 7°,8 C. lagen. Obgleich die Mundhöhle und der Mastdarm im Sommer etwas wärmer sind, so lässt doch dann die höhere Lufttemperatur geringere Unterschiede auftreten. Der schlaftrunkene Zustand, bei dem sich die hintere-Körperhälfte langsamer als die vordere erwärmt, giebt schon nur eine mittlere Differenz von 18°,75 C. Der leise Schlaf, der sich durch ver-

hältnissmässig seltene Athembewegungen verräth, liefert Erhöhungen, deren Mittel 6°,35 C. ausmacht. Erst der feste Winterschlaf, bei dem die Athembewegungen für lange Zeit gänzlich mangeln, oder nur selten eingreifen, führt zu so kleinen Unterschieden, dass die Körperwärme die Temperatur der Zimmerluft nur um 1°,60 C. im Durchschnitte übertrifft. Die Differenz wird im Allgemeinen in niederen Temperaturen, die zwischen 2° und 8° C. liegen, grösser als in solchen, die sich zwischen 12° und 18° C. befinden, ausfallen.

Diese Erfahrungen können uns die von Prunelle *) gelieferte Temperaturtabelle verständlich machen. Führt man das Thermometer in die Mundhöhle oder in den Mastdarm ein, so ereignet es sich häufig, dass der mechanische Reiz das Thier in seiner Ruhe stört und eine Reihe von Athembewegungen in nächster Zeit eingreift. Man wird daher hier im Ganzen häufiger auf die Merkmale des leisen, als auf die des festen Winterschlafes stossen. Prunelle untersuchte die Wärme des Mastdarms in zehn frisch angelangten schlafenden Murmelthieren bei einer Luftwärme von + 4° C. Das Maximum betrug 18°,75 C. in einem Murmelthier, welches athmete und die Kaumuskeln bewegte, das Minimum war 7°,0 C. Lässt man die beiden athmenden Exemplare, deren Mastdärme 18°,75 C. und 17°,5 C. gaben, unberücksichtigt und zieht das Mittel aus den übrigen acht Beobachtungen, so erhält man 9°,72 C. für die durchschnittliche Wärme des Mastdarms. Man hat daher 5°,72 C. als mittlern Unterschied von der athmosphärischen Luft, d. h. eine Grösse, die noch innerhalb der Grenze des festen Schlafes fällt, dem Maximalwerthe desselben aber näher steht, weil die durch die Einführung des Thermometers erzeugte Störung den festen Schlaf in einen leisern überzuführen pflegt.

Ich habe die unter No. 46 bis 48 gegebenen Wärmemessungen, die am Igel angestellt worden, hinzugefügt, um an einer zweiten

---

*) Prunelle, a. a. O. T. XVIII. pag. 39.

Thierart anschaulich zu machen, wie die verschiedenen Erstarrungsgrade entsprechende Wärmeunterschiede nach sich ziehen. Wir haben für die Tiefe der neben der Schnauze befindlichen Oeffnung des eingerollten Thieres:

Wärme des Igels in Celsiusgraden.	Wärme der Luft in Celsiusgraden.	Unterschied von der Luftwärme in Celsiusgraden.	Zustand.
36°,2	4°,1	32°,1	Fast ganz wach.
14°,5	2°,8	11°,7	Schlaftrunken.
5°,6	2°,1	2°,5	Leiser Schlaf.

Die Zickzacklinie a b c d e der dritten Tafel verzeichnet die mittleren Abweichungen von der Lufttemperatur, welche die Eigenwärme der Murmelthiere im Winter darbietet. Die Abscissen entsprechen den durchschnittlichen Wärmegraden der Atmosphäre und die Ordinatentheile denen des Thieres. Die Länge und die Steilheit der Wärmelinie wächst daher mit der Temperaturdifferenz· a b bezieht sich auf den wachen bis halbwachen, b c auf den schlaftrunkenen Zustand, c d auf den leisen und d e auf den festen Schlaf. Die Linie f g h i entspricht den zuletzt erläuterten Verhältnissen des Igels in dem gleichen Sinne und zwar f g dem fast vollständig wachen, g h dem schlaftrunkenen Zustande und h i dem leisen Schlafe.

Prunelle*) giebt mit Recht an, dass die erwachenden Murmelthiere ihre hohe dem gewöhnlichen Zustande entsprechende Eigenwärme in weniger als einer Stunde erreichen können, wenn sie aus dem tiefen Schlafe erweckt werden. Da sich die Richtigkeit dieser Ansicht in fast jedem Einzelfalle bewährt, so muss es um so mehr befremden, wenn Saissy**) die Zwischenzeit, die zur

*) Prunelle, a. a. O. T. XVIII. pag. 40.

**) Saissy, a. a. O. S. 307.

Erreichung jenes hohen Wärmegrades nöthig ist, auf acht bis neun Stunden ausdehnt.

Mangili*) fand, dass die Unterleibshöhle eines während des Wachens enthaupteten Murmelthieres 36°,3 C. darbot, während die umgebende Luft 22°,5 C. hatte. Besass diese dagegen 8°,1 C., so zeigte die Unterleibshöhle eines unmittelbar vorher im Winterschlafe getödteten Murmelthieres 9°,4 C. Saissy**) lieferte mehrere Tabellen von Temperaturbeobachtungen, die er an verschiedenen Körpertheilen bei ungleichen Wärmegraden der Atmosphäre angestellt hat. Er untersuchte die Mundhöhle, das Ohr, die Achselhöhle, die Leistengrube, den After, die Brusthöhle in der Nähe des Herzens und die Bauchhöhle in der Nachbarschaft der Leber. Stellen wir uns die Grenzwerthe, die er erhalten hat, übersichtlich zusammen, so bekommen wir:

Wärme in Celsiusgraden		Zustand.
der umgebenden Luft.	der genannten Theile des Murmelthieres.	
+ 22°,0	36°,5 bis 38°,0	Wach.
+ 18°,0	31°,25 bis 37°,5	
+ 7°,0	27°,25 bis 34°,25	
— 1°,25	+ 5°,0	Tiefer Winterschlaf.

Die Richtigkeit dieser Angaben kann mit triftigen Gründen bezweifelt werden. Die vollkommen wachen Murmelthiere liefern nicht selten 40 bis 41° C. im Mastdarm, während der höchste von Saissy angeführte Werth 38° C. beträgt. Sind die Thiere nicht schlaftrunken, oder befinden sie sich nicht in sehr niedern Temperaturen, so sinkt auch die Wärme nicht so tief, als z. B. für + 7° C. angegeben ist. Es muss endlich in hohem Grade befremden, dass alle obengenannten Theile genau eine Temperatur

*) Mangili, a. a. O. T. X. pag. 455.

**) Saissy, a. a. O. S. 296 bis 299.

von 5° C. während des Winterschlafes dargeboten haben. Eine solche Uebereinstimmung ist mir nie vorgekommen.

Berger*) mass die Wärme der Speiseröhre oder wahrscheinlich richtiger des Schlundes und des Mastdarms. Diese Theile zeigten keinen wesentlichen Unterschied während des Wachens. Die Wärme des Schlundes erstarrter Murmelthiere fiel aber etwas grösser aus als die des Mastdarms. Berechnen wir die Mittelwerthe dieses Forschers nach Celsiusgraden, so haben wir:

Durchschnittliche Wärme.			Zahl der Beobachtungen.	Zustand.
Schlund.	Zahl der Beobachtungen.	Mastdarm.		
37°,06	7	37°,23	8	Wach.
15°,28	7	14°,15	8	Schlafend.

Der mittlere Unterschied beträgt hiernach 1°,13 C. Berger selbst berechnet ihn nur zu 1°,09 C. Er lässt es dahingestellt, ob er nur zufällig auftritt, oder „von der grössern oder geringern Entfernung von der Brusthöhle, in der sich das Lebensprinzip am längsten und stärksten erhalte, abhängt".

Betrachten wir die in den frühern Tabellen verzeichneten Temperaturwerthe, so sehen wir, dass der von Berger bemerkte Unterschied nur einen Einzelfall eines allgemeinen Gesetzes bildet. Wir finden nämlich, dass die Mundhöhle und die Achselhöhle fast durchgehends wärmer sind, als der Mastdarm, der Penisschlauch, und die Leistenbuge. Berücksichtigen wir die verschiedenen Zustände der Thiere, so können wir sechs Kategorien annehmen. Wir haben: 1) wach, 2) wach aber träge, 3) während der Untersuchung erwachend, 4) wach aber schlaftrunken, 5) leise oder unruhig schlafend und 6) festen Schlaf. Die vierte Abtheilung muss

*) Berger, a. a. O. No. 477. S. 225, 226.

hierbei unsre Aufmerksamkeit vorzugsweise in Anspruch nehmen. Sie liefert Temperaturunterschiede der Mundhöhle, des Mastdarms und des Penisschlauches, wie sie sonst in keinem Thiere beobachtet worden.

Wir wollen uns die Mittelwerthe, welche die einzelnen früher verzeichneten Erfahrungen liefern, tabellarisch zusammenstellen und die Zahl der Beobachtungen, aus denen die Durchschnittsgrösse berechnet worden, in Parenthese hinzufügen. Die Nummern derselben beziehen sich auf die der oben mitgetheilten Haupttabelle.

Thier.	Reihe.	Durchschnittliche Wärme in Celsiusgraden.					Mittlere Wärme der umgebenden Luft.	Zu Grunde liegende Beobachtungen.	Zustand.
		Mundhöhle.	Mastdarm.	Penisschlauch.	Achselhöhle.	Leistenbuge.			
I.	a	37°,35 (2)	34°,20 (2)	34°,60 (1)	37°,15 (2)	36°,00 (2)	+ 6°,40 (2)	N°. 8 u. 11.	Wach.
I.	b	35°,55 (4)	30°,60 (3)	31°,77 (3)	34°,60 (2)	33°,80 (3)	+ 5°,67 (3)	N°. 6, 7, 9 u. 17.	Wach, aber träge.
I.	c	27°,70 (2)	24°,10 (2)	25°,00 (1)	28°,30 (1)	25°,90 (1)	+ 4°,20 (1)	N°. 13.	Während der Untersuchung erwachend.
I.	d	27°,20 (4)	14°,12 (5)	15°,60 (2)	—	—	+ 5°,90 (2)	N°. 5 u. 20.	Wach, aber schlaftrunken.
I.	e	13°,04 (9)	11°,18 (6)	11°,47 (6)	9°,60 (1)	10°,05 (2)	+ 5°,42 (6)	N°. 1, 2, 3, 4, 12 u. 18.	Leise schlafend.
I.	f	11°,02(10)	8°,48 (4)	8°,88 (4)	10°,13 (3)	8°,70 (2)	+ 3°,90 (5)	N°. 10, 14, 15, 16 u. 19 c.	Fester Schlaf.
II.	g	10°,63 (3)	9°,90 (3)	—	—	—	+ 7°,20 (2)	N°. 25 u. 27.	Unruhig schlafend.
II.	h	9°,93 (3)	8°,97 (3)	—	—	—	+ 9°,40 (3)	N°. 24, 26 u. 28.	Ruhig schlafend.
III. IV. u. V.	i	9°,03 (3)	8°,47 (3)	—	—	—	+ 4° 47 (3)	N°. 29, 34 u. 37.	Ruhig schlafend.
VI.	k	13°,70 (5)	12°,44 (5)	—	—	—	+ 11°,66 (5)	N°. 38, 39, 43, 44 u. 45.	Leise schlafend.
VII.	l	8°,47 (3)	7°,23 (3)	—	—	—	8°,07 (3)	N°. 40, 41 u. 42.	Ruhig schlafend.

Wir tragen nun zunächst die Temperaturunterschiede, welche die Mundhöhle und der Mastdarm lieferten, übersichtlich zusammen. Es ergiebt sich hierbei: —

Thier.	Reihe.	Mittlerer Unterschied der Temperatur der Mundhöhle und der des Mastdarms in Celsiusgraden.	Zustand.
I.	a	3°,15	Wach.
I.	b	4°,95	Wach, aber träge.
I.	c	3°,60	Während der Untersuchung erwachend.
I.	d	13°,08	Wach, aber schlaftrunken.
I.	e	1°,86	Leise schlafend.
I.	f	2°,54	Fest schlafend.
II.	g	0°,73	Unruhig schlafend.
II.	h	0°,96	Ruhig schlafend.
III., IV. u. V.	i	0°,56	Ruhig schlafend.
VI.	k	1°,26	Leise schlafend.
VI.	l	1°,24	Ruhig schlafend.

Man sieht zunächst, dass die mittlern Unterschiede während des Winterschlafes absolut am kleinsten, relativ dagegen sehr gross ausfallen. Die geringere Eigenwärme des Mastdarmes verräth sich aber auch schon meistentheils, wenn die Thiere im Laufe der Erstarrungszeit erwachen und eine Zeit lang wach bleiben. Verfolgt man den Uebergang aus einem Zustand in den anderen, so stösst man bisweilen auf jenes eigenthümliche Verhältniss, das ich unter d mit den Worten „wach, aber schlaftrunken" bezeichnet habe. Das Thier ist schon vollständig erwacht. Man braucht aber gar keine thermometrische Untersuchung anzustellen, um wahrzunehmen, dass der Kopf und die vordere Körperhälfte überhaupt beträchtlich wärmer als die hintere sind. Die blosse Berührung der Haut verräth schon die bedeutende Wärmedifferenz. Die Mundhöhle

und der Mastdarm zeigten dann in No. 1 eine mittlere Abweichung von 13°,08 C. Das Thier bewegt häufig in diesem Zustande seine Hinterbeine schwerfälliger als die Vorderfüsse. Die lähmungsartige Starre ist auch schon Mangili *) aufgefallen, als er ein Murmelthier durch Kälte aufgeweckt hatte.

Lassen wir das so grosse Mittel von d unbeachtet, so giebt I. einen durchschnittlichen Gesammtunterschied von 3°,22 C., No. II. 0°,85 C., No. III., IV. und V. 0°,56 C. und No. VI. 1°,25. Das Gesammtmittel für alle Zustände ist hiernach 2°,08 C. Berücksichtigen wir nun den leisern und ruhigen Schlaf, so erhalten wir 1°,31 C. Der feste Schlaf allein giebt 1°,33 C.

Wir wollen endlich noch die an dem Thiere No. I. beobachteten Temperaturwerthe so ordnen, dass wir die mittlern Durchschnittsgrössen der Wärme der vordern und der hintern Körperhälfte einander gegenüberstellen können. Wir bringen zu diesem Zwecke die Wärme der Mundhöhle und der Achselhöhle in eine und die des Mastdarms, des Penisschlauches und der Leistenbuge in eine zweite Rubrik. Der Vergleich beider führt dann zu folgenden Unterschieden.

Thier.	Reihe.	Mittlere Wärme in Celsiusgraden			Zustand.
		der vordern Körperhälfte.	der hintern Körperhälfte.	Unterschied beider.	
I.	a	37°,25	34°,93	2°,32	Wach.
I.	b	35°,08	32°,06	3°,02	Wach, aber träge.
I.	c	28°,00	25°,00	3°,00	Während der Untersuchung erwachend.
I.	d	27°,20	14°,86	12°,34	Wach, aber schlaftrunken.
I.	e	11°,32	10°,90	0°,42	Leise schlafend.
I.	f	10°,58	8°,69	1°,89	Fest schlafend.

*) Mangili, a. a. O. T. IX. p. 116.

Man sieht, dass der durchschnittliche Unterschied der Wärme der vordern und der hintern Körperhälfte etwas kleiner ausfällt als der der Mundhöhle und des Mastdarms. Ein Hauptgrund dieser Abweichung liegt in der eigenthümlichen Thatsache, dass der Mastdarm im Durchschnitt niederer temperirt war als der Penisschlauch, obgleich natürlich die kältere umgebende Luft zu diesem leichter als zu jenem gelangen konnte. Alle diese Erscheinungen lassen sich für jetzt noch nicht näher erklären. Die eingerollte Lage des Thieres während des Winterschlafes genügt nicht als Erläuterungsgrund. Es wäre gewiss von Interesse nachzusehen, ob auch andere Winterschläfer jenen merklichen Wärmeunterschied der beiden Körperhälften darbieten oder nicht.

Ich habe diese Temperaturverhältnisse durch die graphischen, auf Tafel III. eingetragenen Linien anschaulich zu machen gesucht. Die Abscissen entsprechen wiederum den mittlern gleichzeitigen Wärmegraden der umgebenden Atmosphäre und die Ordinatenabtheilungen den durchschnittlichen Temperaturwerthen. Ia, Ib, Ic Id, Ie, If, IIg, IIh, III, IV, Vi, VIk, VII beziehen sich auf die gleichen Bezeichnungen der obigen Tabellen, in der die Durchschnittswerthe der Temperaturen der Mundhöhle und des Mastdarmes angegeben worden. Man sieht unmittelbar, wie der der Wärme des Mastdarms entsprechende Schenkel kürzer als der andere ausfällt. Die Linien Im, In, Io, Ip, Iq und Ir drücken die Durchschnittswerthe der Temperaturen der vordern und der hintern Körperhälfte, wie sie in dem Murmelthiere No. I. gefunden wurden, aus.

Die Linie k l m n o p p′ bezeichnet die Temperaturunterschiede, welche die Mundhöhle und der Mastdarm in den verschiedenen Zuständen darbieten Ich habe hier gleiche Abscissenabschnitte von 5 Graden gewählt. Dasselbe gilt für die Zickzacklinie q, r, s, t, u, v, w, die dem mittlern Unterschiede der Wärmegrade der vordern und der hintern Körperhälfte des Thieres No. I. entspricht. k l und q r beziehen sich auf den wachen, l m und r s auf den wachen, aber trägen Zustand, m n und s t auf den Fall, in welchem das Thier während der Untersuchung

allmälig erwachte, n o und t u auf die Schlaftrunkenheit, o p und u v auf den niedern, p p′ und v w auf den höhern Grad der Erstarrung. Man sieht, wie sich hier die ausserordentlichen Unterschiede, welche bei der Schlaftrunkenheit zum Vorschein kommen, durch die langen und steilen Linien n o und t u zu erkennen geben. x y bezeichnet den mittlern Wärmeunterschied der Mundhöhle und des Mastdarmes des Thieres No. II., y z den von No. III. IV. und V. und z z′ den von No. VI. Da wir es hier nur mit leisern oder tiefern Schlafzuständen zu thun haben, so ist auch keine grosse Zahl von Ordinatenstücken in Anspruch genommen worden.

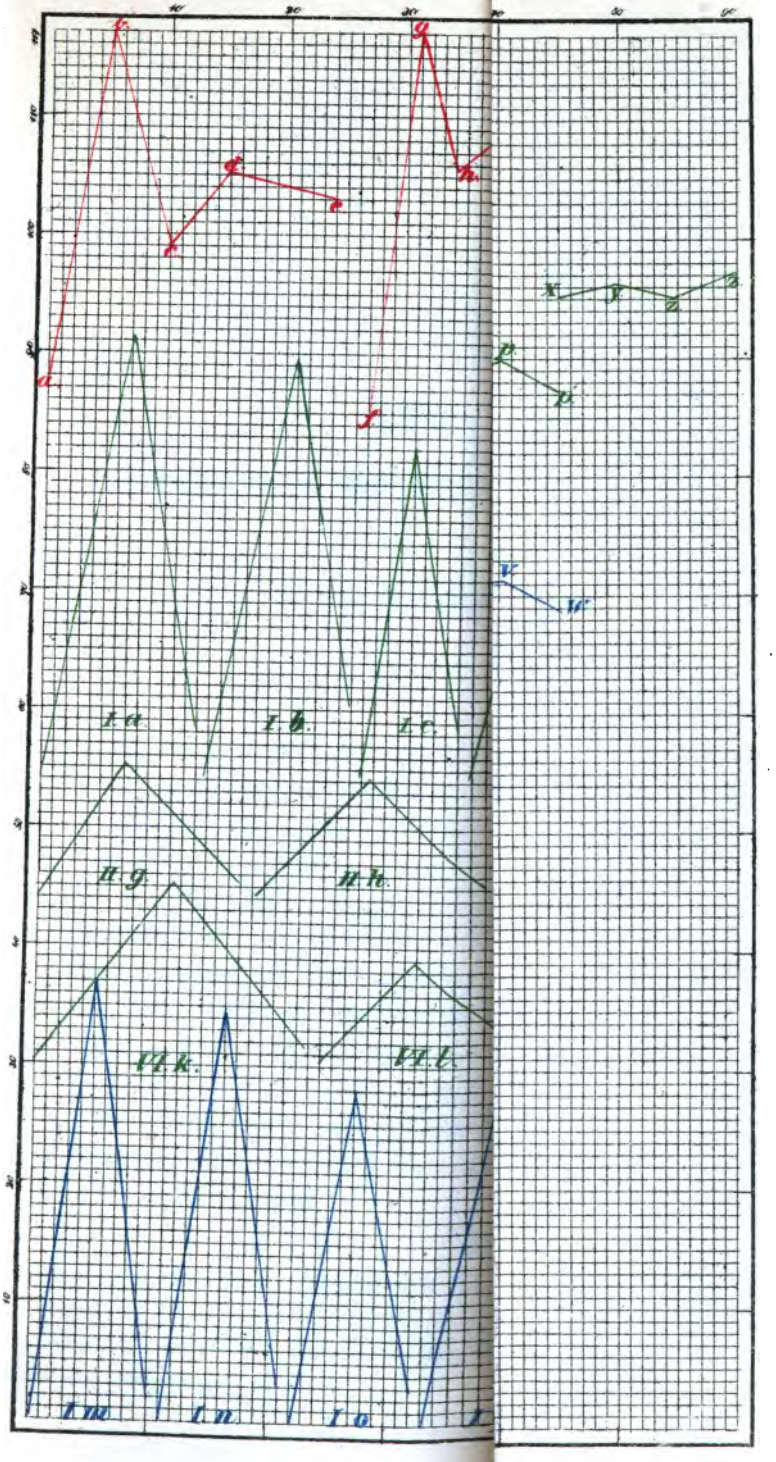
Vergleichen wir die Wärmemessungen, welche an den gestorbenen Murmelthieren angestellt worden, so sehen wir, dass sich die höhere Temperatur der Mundhöhle auch in den ersten Zeiten nach dem Tode erhält. No. 21, No. 32 und No. 35 können dieses näher darthun. Hat dagegen der Leichnam längere Zeit gelegen, so schwindet jene Differenz wie z. B. No. 23 und No. 33 erhärten.

Die spätere Betrachtung der Verhältnisse des Herzschlages, der Athmung, der Perspiration und der Ernährungserscheinungen wird uns zur thierischen Wärme zurückführen. Wir wollen daher hier nur noch einen Punkt, der sich unmittelbar aus unserer Haupttabelle ergiebt, vorläufig anführen. Nimmt man diejenigen Fälle, in welchen die Thiere während der Temperaturbestimmungen zu athmen anfingen, so zeigt sich, dass die Athembewegungen nicht immer die Eigenwärme merklich steigern. Man hatte z. B. keinen sichtlichen Einfluss auf die Temperatur der Mundhöhle in der Beobachtung von No. 14, als sich die auf die Minute kommende Anzahl der Athemzüge von 6 bis 7 auf 9 erhöhte. Die Mundhöhle zeigte in No. 10 die gleiche Wärme, als das Thier gar nicht athmete oder mit 6 Zügen in der Minute zu athmen anfing. Die Temperatur des Mastdarms nahm sogar in No. 13 ab, während die Athmung fortdauerte. Sie lieferte beträchtliche Schwankungen in No. 5, obgleich die auf die Zeiteinheit kommende Menge der Athemzüge weit weniger wechselte. Eine Reihe anderer Fälle dagegen

lieferte regelmässigere Erhöhungen der Eigenwärme, sowie sich die Zahl der Athemzüge vergrösserte. Wir haben z. B. in dieser Hinsicht im Durchschnitt:

Thier.	Mittlere auf einen Athemzug kommende Erhöhung der Eigenwärme.		Beobachtung.
	der Mundhöhle.	des Mastdarms.	
I.	0°,25 Celsius.	—	N°. 12.
I.	0°,07 „	—	N°. 13.
I.	0°,40 „	—	N°. 16.
I.	0°,03 „	—	N°. 15.
II.	0°,13 „	0°,18	N°. 25.

Ein das Erwachen einleitender Athemzug würde hiernach die Wärme der Mundhöhle durchschnittlich um 0°,18 C. erhöhen. Ich muss aber nochmals wiederholen, dass dieser Werth nur ein statistisch allgemeiner ist, und die zahlreichsten Ausnahmen in den Einzelfällen der Wirklichkeit vorkommen. Es kann sich, wie No. 13 zeigt, ereignen, dass die Wärme der Mundhöhle steigt und die des Mastdarmes dessenungeachtet sinkt. Der Gang der Wärmeerhöhung hängt von der Temperatur der Umgebung, den Verhältnissen des Blutlaufes, der Tiefe und der Häufigkeit der Athembewegungen, dem früheren Schlafe und dem Erwachungszustande des Thieres ab. Die blosse Zahl der Athemzüge kann daher nicht allein den Vergrösserungscoefficienten der Eigenwärme mit Genauigkeit angeben.


I.a.
I.b.
I.c.
II.g.
II.h.
VI.k.
VI.l.
I.m.
I.n.
I.o.

XIII.

Untersuchungen über thierische Elektricität.

Von

Emil du Bois-Reymond.

Zweite Abhandlung *).

In meiner vorigen Abhandlung **) habe ich den Beweis geführt, dass der elektromotorische Gegensatz zwischen Längs- und Querschnitt der Muskeln bereits am lebenden völlig unversehrten Frosch zugegen ist. Ich habe erklärt, woher es komme, dass man nichtsdestoweniger vom Gesammtfrosch in diesem Zustande sowohl, als auch von einzelnen, nicht enthäuteten Gliedmassen desselben, stets nur verhältnissmässig schwache elektromotorische Wirkungen erhält. Der Grund davon liegt, wie ich gezeigt habe, in der parelektronomischen Schicht, einer an den beiden natürlichen Querschnitten sämmtlicher Muskeln aller Thiere gelegenen Schicht von verschwindender Dicke, deren elektromotorische Kräfte denen der übrigen Muskelmasse entgegenwirken, sie schwächen, gänzlich aufheben, ja sie zu überwiegen im Stande sind.

---

*) Mitgetheilt vom Herrn Verfasser aus den Monatsberichten der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 15. März 1852, S. 1.

**) Vergl. den vorliegenden Band dieser Zeitschrift, S. 137.

Vom physiologischen Gesichtspunkt aus kann kein Zweifel sein, dass dies Alles auch im lebenden unversehrten menschlichen Körper sich gerade ebenso verhalten werde. Es ist also die Möglichkeit vorhanden, dass sich von den Gliedmassen des lebenden unversehrten Menschen bei erschlafften Muskeln der Muskelstrom ableiten lasse, gerade wie von denen des lebenden unversehrten Frosches.

Ich sage die Möglichkeit, denn die Nothwendigkeit ist nicht da. Ganz abgesehen von der parelektronomischen Schicht, ist durchaus nicht nothwendig, dass die Muskelmasse, welche mit anderen Geweben ein Gliedmass zusammensetzt, beim Anlegen eines leitenden Bogens an die beiden Enden dieses Gliedmasses einen Strom von einer gewissen Grösse und in bestimmter Richtung durch den Bogen sende. Sondern der Strom kann, je nach der Anordnung der Muskeln, in jeder Richtung, und, unterhalb einer gewissen Grenze, in jeder Stärke, einschliesslich der Null, vorhanden sein. Es könnte also erstlich die Anordnung der Muskeln an den menschlichen Gliedmassen der Art sein, dass sie auch unter den günstigsten Umständen nur einen äusserst schwachen Strom nach Aussen sendeten. Für's zweite könnte sich die parelektronomische Schicht auf einer so hohen Stufe der Ausbildung befinden, dass, auch bei der günstigsten Anordnung der Muskeln für eine nach Aussen gerichtete Wirkung, diese Wirkung, während der Ruhe der Muskeln, doch nur verschwindend ausfiele. Endlich drittens könnte die Lederhaut dem Muskelstrom eine so gute Nebenschliessung, und die Oberhaut einen so grossen Widerstand darbieten, dass, auch bei der günstigsten Anordnung der Muskeln und einer geringen Ausbildung der parelektronomischen Schicht, keine merkliche Spur des Stromes nach Aussen zu gelangen vermöchte.

Aus allen diesen Gründen ist es, wie gesagt, zwar möglich, aber nicht nothwendig, dass sich bei ruhenden Muskeln am lebenden unversehrten menschlichen Körper der Muskelstrom nachweissen lasse. Man sieht, dass die Bedeutung der thierisch-elektrischen Thatsachen vollkommen unangetastet bleiben würde, auch wenn dieser Nachweis vollkommen fehlschlagen sollte. Dies verhindert nicht, dass dieser Nachweis, wenn er gelänge, nicht noch immer von erheblichem In-

teresse wäre. In dem Folgenden werde ich die Versuche beschreiben, die ich demgemäss angestellt habe in der Absicht, den Muskelstrom an den Gliedmassen des lebenden menschlichen Körpers im Zustande der Ruhe zu beobachten.

Ich habe mich dazu, fast ohne Ausnahme, des in meinem Werke beschriebenen Multiplicators von 24160 Windungen bedient, den ich den Multiplicator für den Nervenstrom zu nennen pflege*). Der Multiplicator für den Muskelstrom mit seinen 4650 Windungen **) reicht nicht aus, um die schwachen Ströme, um die es sich hier handelt, bequem sichtbar zu machen. Diese Schwäche der Ströme rührt weniger her von der Geringfügigkeit der ihnen zu Grunde liegenden elektromotorischen Kräfte, als von der Grösse des Widerstandes, den der unversehrte menschliche Körper dem Strom entgegenstellt. Es wird nicht unnütz sein, ehe wir uns zu den Versuchen selber wenden, einiges über diesen Widerstand vorauszuschicken, als über eine der allgemeinsten physikalischen Bedingungen, welche dabei in Betracht kommen.

Ueber den Widerstand des menschlichen Körpers haben wir, neben vereinzelten Angaben aus älterer Zeit, aus neuerer Zeit zwei unabhängig von einander angestellte umfassende Untersuchungen, die eine von Eduard Weber***), die andere von Lenz und Ptschelnikoff†). Gegen die Zahlenwerthe, die in beiden für den Widerstand des menschlichen Körpers unter bestimmten Umständen aufgestellt werden, ist jetzt leider zu erinnern, dass sie ohne Berücksichtigung der Polarisation der Elektroden gewonnen sind. Sie sind also als zu gross ausgefallen zu betrachten. Dieser Einwand lässt jedoch eine Menge anderer für uns sehr wichtiger Verhältnisse unberührt, die durch jene Untersuchungen aufgedeckt worden sind.

---

*) Untersuchungen über thierische Elektricität. Berlin. Bd. II. Abth. I. 1849. S. 477 ff.

**) Ebendas. Bd. I. 1848. S. 162 ff.

***) Quaestiones physiologicae de phaenomenis galvano-magneticis in corpore humano observatis. Lipsiae (1836). 4.*

†) Poggendorff's Annalen u. s. w. 1842. Bd. LVI. S. 429.*

Der Widerstand des unversehrten Körpers ist, auch unter den günstigsten Umständen, stets dem von mehreren Meilen eines Kupferdrahtes von 1^{mm} Durchmesser gleich zu schätzen. Dieser grosse Widerstand ist nicht sowohl bedingt durch die ausgedehnte Strecke schlechter feuchter Leiter, die mit dem menschlichen Körper in den Kreis eingeführt wird, als durch die geringe Leitungsfähigkeit der Oberhaut. Der Widerstand des Körpers ist daher bei geringer Ausdehnung der Hautstellen, von denen die Ableitung geschieht, fast umgekehrt proportional dieser Ausdehnung. Er ist, wie übrigens schon J. W. Ritter wusste *), um so kleiner, je zarter und feuchter die Haut von Natur beschaffen ist, je mehr sie künstlich durchfeuchtet wird, ferner je besser die Flüssigkeit leitet, mit der sie getränkt wird. Der Widerstand der Zuleitungsflüssigkeiten selber kann gegen den des Körpers wohl stets als verschwindend angesehen werden, wenn es sich nicht etwa um destillirtes Wasser handelt, oder die Länge der Flüssigkeitssäule über die Gebühr vergrössert worden ist. Am meisten sinkt der Widerstand des Körpers durch Entfernung der Oberhaut, also bei Gegenwart einer Wunde an der eingetauchten Hautstelle. Der Widerstand von Fuss zu Fuss ist beiläufig dem von Hand zu Hand oder von Fuss zu Hand beinahe gleich, oder, mit anderen Worten, zwischen den Widerständen der oberen und der unteren Gliedmassen ist kein namhafter Unterschied bemerkbar.

Eduard Weber stellt noch den Satz auf, dass der Widerstand der Oberhaut um so kleiner sei, je höher die Temperatur **). Von vorn herein erscheint dies in der Ordnung. Die Oberhaut leitet nur vermöge der darin enthaltenen Feuchtigkeit. An Stelle der Oberhaut in diesen Versuchen kann man sich also ein langes Haarröhrchen in einem vergleichweise sonst gut leitenden Kreise denken, gefüllt mit einer Flüssigkeit von grossem eigenthümlichen Widerstande, der mit steigender Temperatur sinkt. Es ist keine Frage, dass bei

*) Beiträge zur näheren Kenntniss des Galvanismus und der Resultate seiner Untersuchung. Jena. Bd. I. St. 3. 4. 1802. S. 258. 259. 262. *

**) Quaestiones physiologicae etc. p. 14. *

dieser Anordnung Erwärmen des Haarröhrchens eine beträchtliche Verminderung des Gesammtwiderstandes des Kreises nach sich ziehen würde. Allein Eduard Weber hat seine Behauptung auf Versuche gegründet, wo nicht allein die Haut erwärmt war, sondern auch die Elektroden, durch die der Strom der Haut zugeführt wurde. Nun ist es eine bekannte Thatsache, dass die Polarisation und, wenn es einen solchen giebt, der Uebergangswiderstand an der Grenze der metallischen und der feuchten Leiter mit Erhöhung der Temperatur abnehmen. Weber's Versuch ist also für die Verminderung des Widerstandes der Haut durch die Wärme so wenig beweisend, als es für die Verminderung des Widerstandes feuchter Leiter überhaupt durch denselben Einfluss die Versuche waren, die man vor Ohm *), ohne Berücksichtigung der Veränderung der Polarisation und des Uebergangswiderstandes, mit gleichzeitiger Erwärmung des Elektrolyten und der Elektroden anstellte. Doch bin ich, im Lauf der folgenden Untersuchungen, auf Erscheinungen gestossen, die nur dadurch erklärbar würden, dass in der That die Erwärmung die Leitungsfähigkeit der Haut erhöhte. Da es aber von Wichtigkeit sein kann, ein leicht anwendbares Mittel gleich der Wärme zu besitzen, um dergestalt den Widerstand der Haut zu vermindern, so habe ich gesucht, den Weber'schen Versuch in tadelfreier Gestalt zu wiederholen.

Die Platinenden eines Multiplicators von angemessener Empfindlichkeit tauchten in zwei Gefässe mit gesättigter Kochsalzlösung, oder mit verdünnter Schwefelsäure von 1.061 Dichte bei $15^0,5$ C. Mit jedem dieser Gefässe, die ich die Hauptgefässe nennen werde, stand ein anderes, mit derselben Flüssigkeit gefülltes, in leitender Verbindung. Diese letzteren Gefässe, welche die Hülfsgefässe heissen sollen, waren bestimmt, um die beiden Zeigefinger darin einzutauchen. Die Flüssigkeiten in den Hauptgefässen hatten immer einerlei Temperatur, entsprechend der zeitigen Lufttemperatur. Den Flüssigkeiten in den Hülfsgefässen wurden nacheinander ertheilt die Temperaturen

*) Poggendorff's Annalen u. s. w. 1844. Bd. LXIII. S. 403.

0°, 15°, 45° C. Die Hauptgefässe waren für gewöhnlich, behufs der Abgleichung der Platinplatten, durch ein Schliessungsrohr in sich zum Kreise geschlossen. Sollte zum Versuch geschritten werden, so wurden die Zeigefinger in die Hülfsgefässe getaucht, und so lange darin gehalten, bis man sicher sein konnte, dass die Oberhaut die Temperatur der Flüssigkeit angenommen hatte. Alsdann wurde das Schliessungsrohr entfernt, und eine Wippe umgelegt. Durch dies Umlegen wurde in den Kreis des Multiplicators und der Hauptgefässe eine Kette von beständiger Kraft eingeschaltet. Der erste Ausschlag der Multiplicatornadel zeigte an, ob und in welchem Sinne sich der Widerstand der Haut mit der Temperatur verändert hatte. Die folgende Tabelle enthält die beobachteten Zahlen.

Grade C.	Gesättigte Kochsalzlösung.	Verdünnte Schwefelsäure.
0°	32° Ausschlag	25°; 23.5 Ausschlag
15	38; 38; 44	35; 37; 36
45	74; 74	68; 65.

Wie man sieht, lassen diese Zahlen keinen Zweifel daran übrig, dass der Widerstand der Haut mit steigender Temperatur ausserordentlich schnell abnimmt. Die Zahlen der zweiten und dritten Columne sind nicht miteinander vergleichbar.

Noch eine andere physikalische Bedingung der bevorstehenden Versuche verdient unsere Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen. In den Versuchen am Frosch und an einzelnen Theilen desselben, womit wir uns bisher allein beschäftigt haben, war die Bedingung einer gleichmässigen Temperatur der thierischen Theile stets von selbst erfüllt. Es lag also auch kein Grund vor, sich zu erkundigen, ob ungleiche Temperatur der Berührungsflächen dieser Theile mit der zuleitenden Vorrichtung elektromotorisch wirke. Bei den Versuchen am lebenden menschlichen Körper könnte jene Bedingung vielleicht nicht mehr überall erfüllt sein.

Man könnte sich nun zwar beruhigen bei der Betrachtung, dass erstens thermoëlektrische Triebkräfte in einem Kreise von so unge-

heurem Widerstande wie dem unsrigen, nicht leicht eine merkliche Wirkung hervorzubringen vermöchten, und dass für's zweite elektromotorische Wirkungen durch ungleiche Temperatur feuchter Leiter noch nicht mit Sicherheit beobachtet seien. Beide Urtheile würden voreilig sein.

Ich habe zu meinem Erstaunen gefunden, dass der Strom einer einfachen Thermokette aus Kupfer und Eisen beim Erwärmen der einen Löthstelle mit den Fingern an dem Multiplicator für den Nervenstrom noch sichtbar bleibt, wenn in dessen Kreis die bekannte zuleitende Vorrichtung, durch das Schliessungsrohr geschlossen, eingeschaltet wird. Ersetzt man das Schliessungsrohr durch den menschlichen Körper, indem man die Zeigefinger in die Zuleitungsgefässe taucht, so ist zwar jener Strom nicht mehr sichtbar, aber der beim Erwärmen der einen Löthstelle mit einer Weingeistflamme erzeugte tritt noch kräftig hervor. Unter diesen Umständen erscheinen die Thermoströme bei beständigem Temperaturunterschiede der Löthstellen nicht mehr beständig, wegen der Ladungen, die sie auf den Platinenden des Multiplicators entwickeln. Ich vermuthe beiläufig, dass dies das erste Mal ist, dass mit der einfachen Thermokette Elektrolyse beobachtet worden ist.

Was die Erzeugung von Strömen durch ungleiche Temperatur feuchter Leiter betrifft, so giebt es doch bereits einen Versuch von Nobili, der die Möglichkeit davon beweist. Nobili tauchte in die Zuleitungsgefässe seines Multiplicators zwei aus Thon geknetete Stäbe, erhitzte das freie Ende des einen, und brachte es in Berührung mit dem des anderen. Es entstand ein Strom im Thon von Warm zu Kalt, der mit dem Unterschied der Temperaturen spurlos verschwand*). Ich habe diesen Versuch mit Modellirthon von der hiesigen Königl. Porzellanmanufactur wiederholt, und genau den von Nobili angegebenen Erfolg gesehen. Die Wirkung lässt sich bequem am Multiplicator für den Muskelstrom beobachten. Die elek-

) Memorie ed Osservazioni edite ed inedite ec. Firenze 1834. Vol. I. p. 80. 81. 87. 101.

tromotorische Kraft, die diesem Strom zu Grunde liegt, ist beiläufig weit beträchtlicher als die einer einfachen Thermokette aus Kupfer und Eisen beim Erglühen ihrer einen und mittlerer Temperatur ihrer anderen Löthstelle.

Die Möglichkeit von Strömen durch ungleiche Temperatur feuchter Leiter ist also wohl vorhanden, und was wir jetzt vor allen Dingen zu thun haben, ist zu untersuchen, ob ungleiche Temperatur zweier Hautstellen zur Erzeugung eines Stromes Anlass giebt. Wir wählen zu dieser Untersuchung natürlich zwei symmetrische Hautstellen, z. B. entsprechende Finger der beiden Hände. Dies scheint uns den Vortheil gewähren zu müssen, dass sich keine andere elektromotorische Wirkung einmischen kann in diejenige, auf deren Beobachtung wir hier ausgehen. Zwischen symmetrischen Hautstellen könnte der Muskelstrom nur durch ungleiche Ausbildung der betreffenden Muskelgruppen der beiden Seiten, oder ihrer parelektronomischen Schichten vorhanden sein, oder endlich, was kaum denkbar ist, durch Ungleichheit der ihm auf beiden Seiten durch die Lederhaut dargebotenen Nebenschliessungen. Wie sich asymmetrische Hautstellen an und für sich, und abgesehen von den elektrischen Spannungen, die ihnen von den darunter gelegenen Muskelmassen etwa mitgetheilt werden, elektromotorisch miteinander verhalten, wissen wir noch nicht. Auf alle Fälle aber beugen wir auch den möglicherweise daraus erwachsenden Störungen vor, indem wir unsere Versuche zunächst auf symmetrische Hautstellen beschränken.

Vorher wird es gerathen sein, diese selbst auf ihr elektromotorisches Verhalten zu prüfen.

Der Erscheinungen, die sich beim ersten Eintauchen zweier entsprechenden, unverletzten und gleich warmen Finger der beiden Hände in die mit gesättigter Kochsalzlösung gefüllten Zuleitungsgefässe des Multiplicators zeigen, habe ich schon bei einer früheren Gelegenheit gedacht*). Ich habe gesagt, dass dabei stets nach Richtung und Grösse völlig unregelmässige Wirkungen auftreten, die je-

*) Comptes rendus etc. 21 Mai 1849. t. XXVIII. p. 641.

doch bald verschwinden, so dass die Nadel auf dem Nullpunkt oder in dessen Nähe zur Ruhe kommt. Ist ein Finger verletzt, so beobachtet man einen andern Erfolg, von dem später die Rede sein wird. Nach zahlreichen Beobachtungen, die ich seitdem gemacht habe, kann ich jetzt noch Folgendes hinzufügen.

Erstens müssen die Finger nicht nur unverletzt sein, sondern auch gleichzeitig eingetaucht werden, widrigenfalls sich gleichfalls Erscheinungen anderer Art zeigen, auf die wir sogleich zurückkommen werden. Die beständige Wirkung für's zweite, welche nach dem Verschwinden der ersten flüchtigen Wirkungen hinterbleibt, ist, wenn auch ihrer Stärke nach Schwankungen unterworfen, doch ihrer Richtung nach nicht, gleich jenen, völlig unregelmässig. Sie hat zwar, bei verschiedenen Individuen, und bei demselben Individuum in weit auseinander liegenden Zeiten, verschiedene Richtung. Allein ich habe sie an mir selber monatelang stets denselben Sinn einhalten sehen. Zu anderen Zeiten fand ich sie dann wieder ebenso hartnäckig in der anderen Richtung vor. Ich nenne diese Wirkung, von deren denkbarer Ursache später die Rede sein wird, den Eigenstrom der Finger. Verweilt man längere Zeit mit den Fingern in der Salzlösung, wäscht sie dann mit Wasser, trocknet sie ab und taucht sie wieder ein, oder taucht man sie mehreremal nach einander kürzere Zeit ein, indem man sie zwischen je zwei Versuchen auf die angegebene Art reinigt, so tritt beim erneuten Eintauchen der Eigenstrom sogleich rein hervor, ohne ferner, wie es anfangs der Fall zu sein pflegt, durch unregelmässige Nebenwirkungen in seiner Erscheinungsweise gestört zu werden. Ob der Eigenstrom zwischen sämmtlichen entsprechenden Fingern der beiden Hände stets dieselbe Richtung habe, weiss ich noch nicht mit Bestimmtheit zu sagen. Doch glaube ich, dass es sich so verhält.

Ueber das entsprechende Verhalten bei anderen Personen habe ich erst wenige Beobachtungen anstellen können. Bei Personen mit sehr zarter und feuchter Haut kommt die Nadel oft nur in sehr grosser Entfernung vom Nullpunkt zur Ruhe, und manchmal bleibt sie in dauernden Schwankungen begriffen, wodurch jede andere Beobach-

tung sehr erschwert wird. Nicht selten tritt dies auch bei Personen mit derber Haut nach langem Verweilen der Finger in der Zuleitungsflüssigkeit ein.

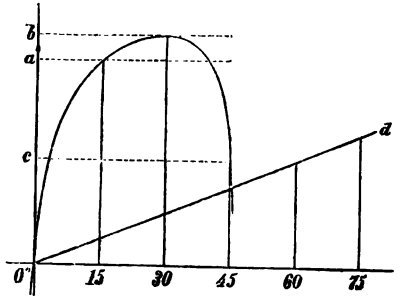
Jetzt wollen wir das elektromotorische Verhalten zweier entsprechenden unverletzten, aber ungleich warmen Finger der beiden Hände, z. B. der Zeigefinger, gegeneinander prüfen. Ich wählte dazu die Temperaturen von 0°, 15°, 30°, 45° C., zwischen denen alle möglichen sechs Combinationen versucht wurden. Zuerst wurden die Finger so abgeglichen, dass nur der Eigenstrom übrig blieb, und dieser der Richtung und Grösse nach bestimmt. Dann tauchte ich sie hinlänglich lange Zeit in zwei Gefässe mit gesättigter Kochsalzlösung, Quecksilber oder Sand von den beiden verlangten Temperaturen. Endlich übertrug ich sie möglichst schnell und gleichzeitig in ein Paar Gefässe mit gesättigter Kochsalzlösung von der zeitigen Lufttemperatur, die durch Bäusche oder Heberröhren mit den eigentlichen Zuleitungsgefässen in Verbindung standen, und die ich wieder die Hülfsgefässe nennen will (vergl. oben S. 251). In einer Versuchsreihe erhielten die Finger ihre ungleiche Temperatur in Brunnenwasser, und die Hülfsgefässe enthielten auch Brunnenwasser. In einer anderen Versuchsreihe wurde das Brunnenwasser durch die verdünnte Schwefelsäure von 1.061 Dichte ersetzt (s. oben S. 251). Endlich in noch anderen Versuchen wurden die Hülfsgefässe selber mit ungleich warmer Kochsalzlösung gefüllt, die gleich warmen Finger gleichzeitig eingetaucht und längere Zeit darin gehalten.

Um das Ergebniss dieser Versuche sowohl als der folgenden in dieser Abhandlung beschriebenen darzulegen, ist es nothwendig, hinsichtlich einer Redeweise übereinzukommen, um die Stromesrichtung in den Anordnungen, mit denen wir es hier zu thun haben, unzweideutig zu bezeichnen. Ich nenne positiv gegen die andere die Hautstelle, aus der der Strom in die Zuleitungsflüssigkeit tritt, um durch den Multiplicatordraht zur anderen Hautstelle einzukehren, welche die negative heisst. Ich denke mir also gleichsam, an Stelle des menschlichen Körpers, einen Zinkplatinbogen zwischen den Zuleitungsgefässen gebrückt, das Zink auf der Seite, wo der Strom aus der

Haut in die Flüssigkeit tritt, das Platin auf der, wo der Strom aus der Flüssigkeit in die Haut einkehrt *).

Dies vorausgeschickt, ist folgendes das elektromotorische Verhalten ungleich warmer Finger gegeneinander. Ein Finger bei 0° verhält sich so stark positiv gegen einen Finger bei 15°, 30°, 45°, dass die Nadel an die Hemmung geführt wird. Die Wirkung ist aber bei 15° oder 30° Temperatur des zweiten Fingers weit heftiger als bei 45°. Ein Finger bei 15° verhält sich gegen einen Finger bei 30° schwach positiv. Gegen einen Finger bei 45° dagegen verhält sich ein Finger bei 15° oder bei 30° sehr stark negativ. Am negativsten ist also der Finger bei etwa 30°, was deshalb merkwürdig ist, weil dies, wie die Folge zeigen wird, die natürliche Temperatur seiner Oberfläche bei mittlerer Luftwärme zu sein scheint. Bei jeder höheren sowohl als jeder tieferen Temperatur ist der Finger positiver. Seine Positivität wächst nach beiden Richtungen hin anfangs langsam, in der Nähe des Nullpunktes und zwischen 40° und 50° aber ausserordentlich schnell.

Diese Ergebnisse sind einer graphischen Versinnlichung fähig. In der beistehenden Zeichnung stellen die Abscissen die wachsenden Temperaturen des einen Fingers dar, während der andere Finger auf 0° verharrt. Die Ordinaten stellen, ihrem allgemeinen Gesetz nach, die relativen Grössen der Positivität des auf 0° gehaltenen Fingers gegen den anderen bei den entsprechenden Temperaturen vor. Indem man sich aber die Abscissenaxe folgweise um die Stücke $0a$, $0b$, $0c$ in der Richtung der positiven Ordinaten verlegt denkt, findet man zugleich die relativen Grössen der Po-



*) Vergl. Comptes rendus etc. 21. Mai 1849. t. XXVIII. p. 642.

sitivität oder Negativität des Fingers von veränderlicher Temperatur gegen den anderen, wenn man diesem, statt wie früher die beständige Temperatur von 0°, beziehlich die von 15°, 30°, 45° zuschreibt.

Die elektromotorische Kraft dieser Ströme ist, gleich der der Nobili'schen Thon-Thermokette, weit grösser, als die einer Thermokette aus Kupfer und Eisen beim Erglühen ihrer einen und mittlerer Temperatur ihrer anderen Löthstelle. Die Ströme halten so lange an, als der Temperaturunterschied selber. Sie summiren sich im Versuch natürlich stets algebraisch mit dem Eigenstrom der Finger, von dem oben die Rede war. Dabei geht aber der Eigenstrom in diese algebraische Summe nicht mit der Grösse ein, die er bei mittlerer Temperatur der Flüssigkeit in den beiden Zuleitungsgefässen zeigt, sondern mit der Grösse, die ihm zukommt vermöge der Verminderung des Widerstandes des Kreises, welche die Folge ist der Veränderung der Temperatur der Zuleitungsflüssigkeit (vgl. oben S. 252).

Dies ist beiläufig der Umstand, der mich darauf aufmerksam machte, dass die Wärme doch wohl einen Einfluss auf den Widerstand der Haut ausüben müsse (s. oben S. 251). Dieser Umstand tritt selbst dann ein, wenn die Erwärmung oder Erkältung auf trocknem Wege, in Quecksilber oder Sand, geschah. Dies scheint zu zeigen, dass jener Einfluss zu keinem merklichen Theil auf der grösseren Leichtigkeit beruht, womit warme Flüssigkeiten, im Vergleich zu kalten, wohl die Haut durchdringen.

Der Gang der Curve des Unterschiedes der elektromotorischen Kräfte der ungleich warmen Hautstellen, wie er aus der obigen Figur erhellt, ist gewiss höchst merkwürdig. Noch merkwürdiger wird er aber dadurch, dass dieser Gang nur an den Fingern des Lebenden beobachtet wird. Ich habe die beschriebenen Versuche an dem Zeige- und Mittelfinger von Leichenhänden wiederholt, und gefunden, dass hier der kältere Finger sich von 0° bis 75° stets positiv gegen den wärmeren verhielt. Bei gleichem Temperaturunterschied schien sich die Kraft mit wachsender Temperatur nicht sehr zu verändern. Die Stärke der Ströme war aber im Allgemeinen viel kleiner als an den Fingern des Lebenden. Die Curve 0*d* in der Figur würde die Be-

obachtungen ihrem allgemeinen Gesetz nach ungefähr darstellen. Die Ordinaten derselben sind jedoch ihrer absoluten Grösse nach mit denen der ersten Curve nicht zu vergleichen. Der abweichende Gang der Curve an den Fingern der Leichenhand und der lebenden Hand rührt nicht von der verschiedenen Temperatur im Inneren beider her. Denn auch an den Fingern einer auf 37° C. erwärmten Leichenhand wurde dieselbe Abweichung beobachtet.

Die durch ungleiche Temperatur der Hautstellen erzeugten Ströme sollen in der Folge den Namen der Temperaturströme führen, da es begreiflich noch ganz ungewiss ist, bis zu welchem Grade sie mit den bekannten Thermoströmen der Metalle verwandt sind, ja ob überhaupt eine andere Beziehung zwischen beiden Erscheinungen besteht, als die, dass beide durch Temperaturunterschiede hervorgerufen werden.

Mit den Störungen, die uns möglicherweise seitens der Temperaturströme drohen, wären wir also jetzt vertraut. Wir sind aber noch immer nicht so weit, dass wir mit Sicherheit an die Erforschung des elektromotorischen Verhaltens asymmetrischer Körperstellen gehen könnten. Wir haben zuvor noch von zwei anderen Umständen Kenntniss zu nehmen, durch welche das elektromotorische Verhalten symmetrischer, unverletzter und gleich warmer, also gleichartiger Hautstellen, eine Veränderung erleidet, und durch deren Unkenntniss wir also bei der Untersuchung asymmetrischer Hautstellen leicht möchten in die Irre geführt werden.

Der eine dieser Umstände ist bereits oben S. 255 angedeutet worden. Es wurde gesagt, dass, damit das daselbst beschriebene Verhalten beim ersten Eintauchen zweier entsprechenden Finger beobachtet werde, die Finger gleichzeitig eingetaucht werden müssten.

In der That, lässt man zwischen dem Eintauchen des einen und des anderen Fingers in die gesättigte Kochsalzlösung der Gefässe eine gewisse Zeit verstreichen, so verhält sich der jüngstbenetzte Finger stark negativ gegen den ersteingetauchten.

Der Strom ist, bis zu einer gewissen Grenze, um so stärker, je grösser die Frist war, welche zwischen dem Eintauchen des ersten

und des zweiten Fingers verfloss. Ein paar Minuten Zeitunterschied geben nicht selten eine so starke Wirkung, dass die Nadel des Multiplicators für den Nervenstrom dadurch an die Hemmung geführt wird. Diese Wirkung ist begreiflich nur vorübergehend. Nach kurzer Zeit ist der Strom erloschen und man findet nur noch den Eigenstrom vor. Diese Abgleichung ungleichzeitig eingetauchter Finger geht auch vor sich, ohne dass die Flüssigkeitsmassen, in die man die Finger getaucht hält, zum Kreise geschlossen sind. Wird, nachdem die Finger bereits abgeglichen sind, der eine tiefer eingetaucht, so verhält er sich wieder auf einige Augenblicke schwach negativ gegen den anderen. Werden die Finger aus der Lösung gezogen, mit Wasser gewaschen und getrocknet, oder läst man sie auch nur an der Luft trocknen, so gelingt der Versuch von Neuem, und dies kann man so oft wiederholen als man will. Nur dass zuletzt die Wirkung doch merklich schwächer und in dem Mass unregelmässiger ausfällt.

Natürlich müssen wir jetzt noch andere symmetrische Hautstellen, als die Finger, auf die Fähigkeit untersuchen, beim folgweisen Eintauchen solche Ungleichzeitigkeitsströme, wie wir sie nennen wollen, zu erzeugen. Es tritt somit hier zunächst die Nothwendigkeit ein, auch das elektromotorische Verhalten der ganzen Hände, der Füsse u. s. w. gegeneinander untersuchen zu können. Die gewöhnlichen Zuleitungsgefässe reichen dazu nicht mehr aus.

Zum Eintauchen der Hände und der Elbogen dienten mir zwei cylindrische Gefässe aus Steingut von im Lichten etwa 16^{cm} Tiefe und 21^{cm} Durchmesser, die ich die Handgefässe nennen werde; zum Eintauchen der Füsse zwei parallelepipedische Kasten aus irdener Waare, von im Lichten etwa 43^{cm} Länge, 12^{cm}5 Breite und 13^{cm} Tiefe, wie man sie in Berlin käuflich findet um Epheu vor den Fenstern darin zu ziehen. Um diese Kasten für Flüssigkeiten undurchgängig zu machen, bestrich ich sie mit Kolophoniumkitt, nachdem ich sie über einem Kohlenfeuer bis zum Schmelzpunkte des Kittes erhitzt hatte. Die Kasten sollen die Fussgefässe heissen, und die gewöhnlichen Zuleitungsgefässe in dieser Untersuchung fort-

an, zum Unterschiede von den Hand- und Fussgefässen, den Namen der Fingergefässe führen.

In die Hand- und Fussgefässe liess ich, ihrem Rande nahe, die gewöhnlichen mit Fliesspapier bekleideten Zuleitungsplatten hineinhängen. Es wurde nämlich der wagerechte Messingstab, der die Platten trägt, aus dem doppelt durchbohrten Klotz entfernt, mit dessen Hülfe er sonst an der senkrechten Säule der Zuleitungsvorrichtung verstellt wird *), und in die Korkklemme eines Magnus'schen Halters eingespannt. Die Platten liess ich nur so tief in die Lösung hineinhängen, dass wenn die Hand oder der Fuss beziehlich bis zum Hand- und Fussgelenk eingetaucht wurden, die Lösung eben den Saum der Bekleidung erreichte. Häufig indess tauchten die Zuleitungsplatten nicht unmittelbar in die Hand- und Fussgefässe, sondern in die gewöhnlichen Zuleitungsgefässe, die mit jenen durch Bäusche oder Heberröhren in Verbindung gesetzt waren.

Um auch das elektromotorische Verhalten solcher Hautstellen gegeneinander zu prüfen, die nicht eingetaucht werden können, habe ich versucht, ihnen Bäusche anzulegen. Es hat sich aber gezeigt, dass dies Verfahren unbrauchbar ist. Nicht bloss dass dabei der Widerstand des Kreises zu gross und zu veränderlich wird. Jeder Wechsel in der Innigkeit der Berührung zwischen den Bäuschen und der Haut giebt Anlass zu völlig unbeherrschbaren elektromotorischen Wirkungen. Auch wenn die Bäusche bereits der Haut dicht anliegen, genügt es, den einen oder beide Bäusche etwas fester anzudrücken, um sogleich lebhafte Ströme in der einen oder der anderen Richtung auftreten zu sehen. Nur im äussersten Nothfall ist es daher zulässig, sich dieses Verfahrens zur Ableitung zu bedienen. Man muss, wo man irgend kann, dafür sorgen, dass die Zuleitungsflüssigkeiten die Haut frei bespülen. Die Folge wird zeigen, dass diese Bedingung noch auf eine andere Art verwirklicht werden kann, als durch das Eintauchen der Körpertheile, und dass demgemäss die

*) Untersuchungen u. s. w. Bd. I. S. 214. Taf. I. Fig. 6. 12. Taf. II. Fig. 8. 9. 10. Bd. II. Taf. IV. Fig. 129.

Zahl der hier möglichen Anordnungen doch etwas grösser ausfällt, als man beim ersten Anblick glauben möchte.

Wir nehmen den Faden unserer Untersuchung wieder auf. Zuerst ist zu bemerken, dass die Erscheinungen beim gleichzeitigen Eintauchen der beiden unverletzten gleich warmen Hände, Ellbogen oder Füsse in die Lösung, dieselben sind als beim Eintauchen zweier entsprechenden Finger, nur dass, wenigstens bei den Händen und Füssen, und unstreitig des kleineren Widerstandes halber, alle Wirkungen in grösserem Massstabe auftreten. Man beobachtet, im ersten Augenblick, dieselben flüchtigen Ausschläge, die weder ihrer Grösse noch ihrer Richtung nach einem deutlichen Gesetz folgen. Auch hinterbleibt zuletzt eine beständige Wirkung, entsprechend derjenigen, die wir an den Fingern den Eigenstrom genannt haben. Doch habe ich hier nicht in demselben Mass, wie an den Fingern, Gelegenheit gehabt, mich zu überzeugen, dass die Richtung des Eigenstromes längere Zeit hindurch stets dieselbe bleibt. Auch weiss ich noch nicht zu sagen, ob die Richtung des Eigenstromes zwischen beiden Händen stets zusammenfällt mit der, welche sämmtliche entsprechende Finger der beiden Hände zeigen. Um so weniger bin ich dazu im Stande, als ich erwähntermassen (s. oben S. 255) ja noch nicht einmal gewiss bin, dass sämmtliche entsprechende Finger beider Hände den Eigenstrom in derselben Richtung wahrnehmen lassen.

Was nun die Ungleichzeitigkeitsströme betrifft, so lassen die Hände und Füsse sie ganz in derselben Art wahrnehmen, wie die Finger. Hat man aber die Hände in den Handgefässen sich mit einander abgleichen lassen, und taucht dann den einen Unterarm tiefer ein, wobei, nach dem Erfolg des entsprechenden Versuches an den Fingern zu urtheilen, der tiefer eingetauchte Arm sich wieder negativ verhalten müsste, so findet nur eine schwache und unregelmässige Wirkung statt. Man wird also auf die Vermuthung geführt, dass vielleicht nur die eigenthümlich beschaffene Haut an der Hand- und Fusssohle fähig ist, die Ungleichzeitigkeitsströme zu zeigen. Diese Vermuthung bestätigt sich in sofern, als in der That von den beiden

Hand- und Fusssohlen die später eingetauchte sich negativ verhält gegen die erstbenetzte, während an den beiden Handrücken die Ungleichzeitigkeitsströme vermisst werden. Ueberzieht man die Volarfläche zweier Finger mit Collodium, so zeigen sie nicht mehr die Ungleichzeitigkeitsströme. Ueberzieht man hingegen die Rückenfläche zweier Finger dergestalt mit einer nichtleitenden Schicht, so sind die Ungleichzeitigkeitsströme noch vorhanden. Jene Muthmassung scheint sich also bewährt zu haben *). Leider muss ich hinzufügen, dass die beiden Ellbogen in Kochsalzlösung die Ungleichzeitigkeitsströme regelmässig zeigen, wodurch die Richtigkeit der Muthmassung alsbald wieder in Frage gestellt ist.

Ich habe das Verhalten der Ungleichzeitigkeitsströme in verschiedenen Zuleitungsflüssigkeiten erforscht. In Brunnenwasser erscheinen sie genau wie in der Kochsalzlösung, mit der einzigen Ausnahme, dass hier die Ellbogen sie gleichfalls vermissen lassen, und dass sie im Allgemeinen stärker sind als in der Lösung. In der verdünnten Schwefelsäure von 1.061 Dichte zeigten die Ungleichzeitigkeitsströme an den Fingern die umgekehrte Richtung wie in der Kochsalzlösung. An der Handsohle und an dem Handrücken war das Verhalten unklar. Endlich in einer kaustischen Kalilauge von 1.026 Dichte bei 15°,5 C., entsprechend einem Gehalt an Kalihydrat von etwa drittehalb Gewichtsprocenten, waren wieder an den Fingern keine regelmässigen Ungleichzeitigkeitsströme vorhanden, dagegen erschienen sie an der ganzen Hand sowohl als an der Handsohle und dem Handrücken in derselben Richtung wie in der Säure, umgekehrt wie in der Kochsalzlösung und dem Brunnenwasser, d. h. es verhielt sich die letzteingetauchte Hautstelle, statt negativ, vielmehr positiv. Doch ist es möglich, dass ich mich hier noch im Irrthum befinde, da ich die Versuche mit der Kalilauge, ihrer grossen Unannehmlichkeit wegen, vielleicht nicht hinreichend vervielfältigt habe.

An den Fingern einer Leiche zeigten die Ungleichzeitigkeitsströme in Kochsalzlösung dieselbe, an denen einer anderen die um-

*) S. diese Berichte, Juni 1851, S. 383.

gekehrte Richtung wie am Lebenden, und die Stärke der Ströme war sehr gering.

Beim ersten Anblick der Ungleichzeitigkeitsströme könnte man verleitet sein, sie für einerlei zu halten mit den oben beschriebenen Temperaturströmen. Die oberflächliche Temperatur eines Fingers ist bei 15° C. Temperatur der Luft auf etwa 28°—30° zu schätzen. Denn wenn ich einen Finger in Wasser von dieser Temperatur tauche und darin ruhig halte, habe ich gar keine Empfindung weder von Kälte noch von Wärme, noch überhaupt von der Gegenwart der Flüssigkeit. Die Zuleitungsflüssigkeiten in den vorigen Versuchen theilten die zeitige Lufttemperatur von etwa 15°. Somit scheint es ganz in der Ordnung, dass der schon seit einiger Zeit eingetauchte, oberflächlich auf 15° abgekühlte Finger sich positiv verhält gegen den erst eben eingetauchten, oberflächlich noch 30° warmen Finger.

So gut dies zu stimmen scheint, so verhält sich die Sache doch anders. Erstens sind die Ungleichzeitigkeitsströme viel zu stark, als dass man ihren Quell in jenem Temperaturunterschied suchen dürfte. Ein Finger bei 30° und einer bei 15° geben zusammen höchstens einen Ausschlag von 20°—30°, während die Ungleichzeitigkeitsströme erwähntermassen unter günstigen Umständen die Nadel an die Hemmung führen. Zweitens verändern diese Ströme ihre Richtung in der verdünnten Schwefelsäure, die Temperaturströme nicht (s. oben S. 256). Drittens habe ich mich überzeugt, dass die Handrücken, welche die Ungleichzeitigkeitsströme vermissen lassen, die Temperaturströme ganz ebenso zeigen, wie die Finger. Viertens erscheinen die Ungleichzeitigkeitsströme auch in Kochsalzlösung und Brunnenwasser, wenn man diesen Flüssigkeiten die Temperatur von 28°—30° C. ertheilt, wo also keine Abkühlung des zuerst eingetauchten Fingers mehr stattfindet.

Die Ungleichzeitigkeitsströme lassen sich folglich nicht in der angegebenen Art zurückführen auf die Temperaturströme. Dies verhindert jedoch nicht, dass nicht die Temperaturströme sich unter Umständen in die Erscheinung der Ungleichzeitigkeitsströme einmischen. Die letzteren Ströme nehmen z. B. ausserordentlich an Stärke

zu, wenn man der Kochsalzlösung die Temperatur entweder von 0° oder von 45° C. ertheilt. Da diese Zunahme nicht allein bei erhöhter, sondern auch bei erniedrigter Temperatur stattfindet, so kann sie in dem ersten Falle nicht allein von der Verminderung des Widerstandes herrühren. Sie beruht unzweifelhaft darauf, dass sich ein Finger sowohl bei 0° als auch bei 45° stark positiv verhält gegen einen solchen bei 30°, und der Beweis davon ist, dass die Ungleichzeitigkeitsströme in der verdünnten Schwefelsäure sich umkehren und gleichsinnig werden mit denen in der Kochsalzlösung, wenn man der Säure die Temperatur von — 3° bis 0° oder von 45° ertheilt. Die Temperaturströme überwiegen also alsdann sogar die Ungleichzeitigkeitsströme.

Ich komme jetzt zu der dritten Ursache, die, wie oben S. 259 angekündigt wurde, nächst der Ungleichheit der Temperatur und der Ungleichzeitigkeit der Benetzung die Gleichartigkeit symmetrischer Hautstellen zu stören vermag. Wenn die beiden letzteren Ursachen uns minder fremdartig erschienen, insofern sie uns schon von den Metallen her als elektromotorischer Wirkungen fähig bekannt sind, so ist dagegen die dritte, jetzt zu erwähnende Ursache, wenn nicht der Haut ganz eigenthümlich, wenigstens bisher ohne Analogie.

Taucht man beide Hände im gewöhnlichen, halbgebeugten Zustande aller Gelenke in die Handgefässe ein, lässt sie sich darin miteinander abgleichen, und ballt dann die eine in der Flüssigkeit zur Faust, so verhält sich die zur Faust geballte auf das stärkste positiv gegen die offen gebliebene, und zwar so lange, bis sie selbst wieder entballt wird.

Bei dieser Form des Versuches denkt man sogleich an zwei mögliche Ursachen der Wirkung. Am nächsten liegt es, sich vorzustellen, die beobachtete Wirkung sei der Ausdruck der negativen Schwankung des Stromes sämmtlicher Beugemuskeln der Finger. Zweitens kann man sagen, die Faust erscheine deshalb positiv gegen die offengebliebene Hand, weil durch das Schliessen der Hand zur Faust die negative Handsohle von der elektromotorischen Wechselwirkung ausgeschlossen werde. Jede der beiden Hände ist einem

zusammengelötheten Zinkkupferplattenpaar zu vergleichen, dessen Zink durch den Handrücken, das Kupfer durch die Handsohle vorgestellt wird. Es ist klar, dass, wenn das eine Plattenpaar so zusammengebogen würde, dass das Zink das Kupfer allseits umgäbe, das früher bestandene Gleichgewicht im Kreise gestört, und das dergestalt behandelte Plattenpaar sich nunmehr positiv gegen das andere verhalten würde.

Durch diese Muthmassungen ist jedoch das Rechte nicht getroffen. Ich werde bei einer späteren Gelegenheit zeigen, dass zwar die Anstrengung der Beugemuskeln des Armes eine elektromotorische Wirkung nach sich zieht, dass aber diese Wirkung auch bei der heftigsten Anstrengung ausserordentlich viel schwächer bleibt als die in Rede stehende bei nur ganz mässigem Kraftaufwand, dass sie ferner die umgekehrte Richtung hat, und dass sie drittens sich noch durch ein anderes Merkmal davon unterscheidet, welches hier näher zu bezeichnen nicht der Ort ist. Ein vierter Grund, der allein ausreichen würde, wird sich sogleich im Verfolg der Untersuchung ergeben.

Die andere vorausgesetzte Ursache hat zwar aller Wahrscheinlichkeit nach wirklich die Hand mit im Spiel. Allein sie kann der alleinige Grund für das Positivwerden der zur Faust geballten Hand nicht sein. Denn berührt man den Spiegel der Lösung in dem einen Handgefässe mit dem Rücken der halbgebeugten Hand, den der Lösung in dem anderen Gefässe mit dem Rücken der Faust, so verhält sich der letztere positiv gegen den ersteren. Da hier die Handsohle auch auf Seiten der halbgebeugten Hand sich ausserhalb der Kette befindet, so kann von jener Hypothese nicht mehr die Rede sein, und es muss die Erscheinung also abgeleitet werden aus einer Veränderung der elektromotorischen Beschaffenheit der Haut des Handrückens selber.

Beobachtet man diese Haut während des Faustballens, so sieht man, dass sie stark ausgedehnt wird. Vielleicht beruht hierauf die Veränderung ihrer elektromotorischen Beschaffenheit. So ist es in der That.

Lässt man durch einen Gehülfen, während man die beiden halbgebeugten Hände in der Lösung der Handgefässe hält, mit isolirten

Fingern die eine Mittelhand so zusammendrücken, dass die Köpfchen des ersten und des letzten Mittelhandknochens einander möglichst genähert werden, und die Haut des Handrückens in die Quere stark ausgedehnt wird, so verhält sich diese Hand positiv gegen die andere. Wird der Versuch wiederholt, ohne dass die Haut dabei ausgedehnt wird, so bleibt die Nadel in Ruhe.

Dies beweist schlagend, dass die Wirkung beim Faustballen nichts zu schaffen hat mit der Muskelzusammenziehung, und dass sie vielmehr herrührt von der dabei stattfindenden Ausdehnung der Rückenhaut der Hand. Demgemäss zeigt es sich denn auch, dass die Haut positiver gemacht werden kann noch durch eine andere Gestaltveränderung als das Faustballen, wobei gleichfalls eine bedeutende Ausdehnung der Haut stattfindet, nämlich durch das möglichst weit getriebene Ausspreizen der Finger in der Ebene der flach ausgestreckten Hand; ferner, dass ein stark gebeugter Ellbogen, an dem die Haut gleichfalls stark ausgespannt ist, sich gegen einen schwachgebeugten positiv verhält, wie die Faust gegen die offene Hand.

Die Ströme durch ungleiche Ausdehnung der Haut, die ich Dehnungsströme nennen werde, behalten ihre Richtung unverändert bei in allen Zuleitungsflüssigkeiten, in denen ich sie geprüft habe, nämlich in Kochsalzlösung, in Brunnenwasser, in der verdünnten Schwefelsäure von 1.061 und der Kalilauge von 1.026 Dichte.

Jetzt endlich sind wir soweit gelangt, dass wir uns, ohne Furcht vor gröberen Täuschungen, begeben dürfen an die Untersuchung des elektromotorischen Verhaltens asymmetrischer Körperstellen gegeneinander. Mit Bedauern müssen wir dabei die Beschränktheit unserer bisherigen Versuchsmittel wahrnehmen, die uns, da auf den Gebrauch von Bäuschen zu verzichten ist (s. oben S. 261), nur die Prüfung der Anordnungen gestatten, welche zwischen Händen, Füssen und Ellbogen, höchstens noch den Knieen, möglich sind. Es wird doch im höchsten Grade wünschenswerth sein, auch am Rumpf eine Ableitungsstelle zu besitzen, um eine Anordnung herzustellen, entsprechend derjenigen am Frosche, wo die Füsse in das eine Zu-

leitungsgefäss tauchen, und das Kreuz des Frosches durch einen Bausch mit dem anderen Zuleitungsgefäss verbunden ist.

Nach manchen vergeblichen Bemühungen ist mir dies in folgender Art gelungen. Ich schnalle mir, mittelst eines starken Gurtes, ein länglich vierseitiges Gefäss aus Guttapercha vor die Brust, dem die eine breite Seitenwand fehlt. Diese eine Seitenwand wird durch die Brust selber ersetzt. Die beiden senkrechten Ränder, und der untere wagerechte Rand, welche an die Brust stossen, sind nicht scharf, sondern in 15^{mm} Breite umgelegt, und im weichen Zustande der Stelle der Brust angepasst worden, an der das Gefäss zu liegen kommt. Diese Ränder werden mit Oel bestrichen, und stellen, bei einiger Vorsicht, einen hinlänglich wasserdichten Verschluss dar, so dass man das Gefäss voll Flüssigkeit giessen kann, die nunmehr die Brusthaut so frei bespült, als ob die betreffende Stelle eingetaucht wäre. Um das Gefäss zu entleeren, ist ein Kautschukrohr angebracht, welches bis auf den Boden des Gefässes geht, und ausserhalb tief unter den Boden reicht. Wird das Rohr voll Flüssigkeit gesogen, so stellt es einen Heber dar, der das Gefäss schnell und sicher bis auf einige Tropfen entleert. Ich werde diese Vorrichtung das Brustgefäss nennen. Um mittelst desselben einen Strom von der Brust abzuleiten, wird ihm gegenüber eines der gewöhnlichen Zuleitungsgefässe, in Verbindung mit dem einen Multiplicatorende, aufgestellt, und ein Bausch oder ein Heberrohr über beide Gefässe gebrückt.

Folgendes sind nunmehr die Ergebnisse der Untersuchung asymmetrischer Körperstellen, die wir zuerst in der gesättigten Kochsalzlösung vornehmen wollen. Ich bemerke dabei, dass ich hier von meinen zahlreichen Versuchen nur die anführe, die beständig ein ganz schlagendes Ergebniss zu liefern pflegen. Doch muss ich hinzufügen, dass diese Versuche bisher nur an mir selber angestellt sind. Für den letzten Zweck, den ich dabei im Auge hatte, war dies genügend; und diese Versuche sind so ausserordentlich mühsam und zeitraubend, dass ich die Ermittelung der entsprechenden Verhältnisse an anderen Individuen denen überlassen muss, die sich dafür interessiren sollten.

Die Vorsichtsmassregeln, die sich aus dem Vorigen ergeben, sind im Folgenden natürlich stets als befolgt vorauszusetzen.

Die Handsohle verhält sich stark negativ gegen den Handrücken. Die Handsohle sowohl als der Handrücken, folglich auch die ganze Hand, verhalten sich stark negativ gegen den Ellbogen und gegen die Brust. Der Ellbogen ist schwach positiv gegen die Brust. Die Fusssohle verhält sich stark negativ gegen den Fussrücken, wie ich durch angelegte Bäusche ausgemittelt habe. Sie verhält sich ferner, wie auch der ganze Fuss, stark negativ gegen die Brust.

Eigenthümlich ist das Verhalten von Hand und Fuss gegeneinander. Häufig findet man die Hand stark negativ gegen den Fuss. Oft aber findet man auch am Anfang einer Versuchsreihe das Gegentheil. Aber es dauert nicht lange, so wird der im Bein aufsteigende Strom immer schwächer, und schlägt dann plötzlich um in den absteigenden Strom.

Diese Ströme sind von sehr beständiger Kraft. Man sieht sie im Lauf ausgedehnter Versuchsreihen wohl an Stärke abnehmen, aber sie halten doch stets so lange an, als man Lust hat sie zu beobachten. Ihre Anfangsstärke ist zuweilen sehr beträchtlich. Die stärkeren darunter halten die Nadel des Multiplicators für den Nervenstrom auf 60^0—80^0 beständiger Ablenkung, und sind also der Beobachtung am Multiplicator für den Muskelstrom sehr gut zugänglich. Die Ströme sind nicht, wie man vielleicht muthmassen könnte, Temperaturströme. Denn ich habe sie in derselben Richtung beobachtet, auch wenn ich der Lösung in dem einen Zuleitungsgefäss abwechselnd die Temperaturen von 15^0 und 30^0 ertheilte, während die Lösung in dem anderen Gefäss beziehlich die Temperaturen von 30^0 und 15^0 erhielt.

Hier haben wir nun also Ströme, deren Erscheinungsweise beim ersten Blick zum Theil recht übereinkommt mit der des Muskelstroms; Ströme ansteigend in den Gliedmassen, von der Hand zum Ellbogen, von der Hand und dem Fuss zur Brust, und von einer Stärke, wie man sie von den grossen Muskelmassen des menschlichen Körpers wohl erwarten kann.

Doch ist zu erwägen, dass nach dem Eingangs Gesagten dies gar keine Merkmale für den Muskelstrom sind. Vielmehr ist das Auftreten ebenso starker Ströme durch die Dicke der Hand und des Fusses, wo nicht wohl an den Muskelstrom zu denken ist, und das Umschlagen der Strömungsrichtung zwischen Hand und Fuss, wohl geeignet uns darauf aufmerksam zu machen, dass diese Ströme vielleicht sämmtlich nichts weiter sind als Hautströme, ähnlich den am Frosch bei Anwendung von Wasserbäuschen beobachteten *).

Um zu prüfen, ob diese Ströme von der Haut oder den Muskeln ausgehen, stehen uns zwei Merkmale zu Gebot. Gehen sie von den Muskeln aus, so müssen sie erstens in allen Zuleitungsflüssigkeiten ihre Richtung unverändert beibehalten, und keine anderen Schwankungen ihrer Stärke zeigen als solche, welche durch den verschiedenen Widerstand der Kreise zu erklären sind. Zweitens müssen sie bei der Zusammenziehung der Muskeln eine negative Schwankung von angemessener Grösse zeigen. Jedoch sind beide Merkmale nicht so aufzufassen, als ob jeder Strom, der sie zeigt, nun auch der Muskelstrom sein müsse.

Was das erste Merkmal betrifft, so bieten die Ungleichzeitigkeitsströme beim Frosch, die Dehnungsströme beim Menschen uns bereits zwei Beispiele von Strömen dar, die in allen Zuleitungsflüssigkeiten einerlei Richtung behalten, und doch sicherlich nur Hautströme sind. Was das zweite Merkmal betrifft, so erinnere ich an das, was ich in meiner vorigen Abhandlung von dem Verhalten der parelektronomischen Schicht der Muskeln bei der Zusammenziehung sagte **). Die parelektronomische Schicht nimmt keinen Antheil an der negativen Schwankung. Ihre negativen Kräfte bleiben beständig, während die positiven Kräfte der übrigen Muskelmasse sich im negativen Sinne verändern. Ein im ruhenden Zustande schwach positiv wirksamer, unwirksamer oder negativ wirksamer Muskel kann folglich im Augenblick der Zusammenziehung stark negativ wirksam

*) S. den vorliegenden Band dieser Zeitschrift, S. 139.

**) S. ebendaselbst, S. 155.

werden. Es könnte also gleichzeitig mit einem aufsteigenden Hautstrom in einem Gliedmass ein aufsteigender Muskelstrom vorhanden sein, aber durch die parelektronomische Schicht so geschwächt, dass die Nebenschliessung durch die Lederhaut, der Widerstand der Oberhaut keine merkliche Spur davon nach Aussen gelangen lassen. Dagegen bei der Zusammenziehung könnte eine negative Wirkung eintreten, deren nach Aussen gelangender Bruchtheil die angemessene Grösse besässe, um für die negative Schwankung des als Muskelstrom aufgefassten Hautstromes zu gelten.

Das Fehlen eines jener beiden Merkmale ist also ausreichend, um einen Strom als Hautstrom zu bezeichnen. Um ihn als Muskelstrom zu bezeichnen, ist sogar das Zutreffen beider Merkmale noch nicht genug. Was in diesem Falle weiter zu thun wäre, um die Entscheidung herbeizuführen, wird zu untersuchen an der Zeit sein, wenn es sich herausgestellt haben wird, dass die Ströme, um die es sich handelt, die beiden ersten Proben wirklich bestehen, und also für den Muskelstrom genommen werden können. Jetzt wollen wir sie diesen Proben unterwerfen.

Ich habe die Versuchsreihe an den asymmetrischen Körpertheilen, ausser mit der Kochsalzlösung, durchgemacht mit Brunnenwasser, mit der verdünnten Schwefelsäure von 1.061 und der Kalilauge von 1.026 Dichte. In Brunnenwasser waren die Erscheinungen die nämlichen wie in der Kochsalzlösung, mit der Ausnahme, dass die im Bein aufsteigende Strömungsrichtung zwischen Hand und Fuss, die in der Kochsalzlösung nur hin und wieder zu Anfang beobachtet wird, in Brunnenwasser die Regel ist. In der verdünnten Säure hat der Strom zwischen Handsohle und Handrücken die verkehrte Richtung von der in der Salzlösung und dem Brunnenwasser. Auch zwischen Hand und Ellbogen wird im Anfang der Versuchsreihen die verkehrte Richtung beobachtet, sie schlägt aber später in die aufsteigende um. Der Strom von Hand und Fuss zur Brust erscheint unverändert. In der Kalilauge habe ich zwischen Handsohle und Handrücken kein bestimmtes Verhalten ermitteln können. Die Hand verhielt sich einen Augenblick lang, wie in der Kochsalzlösung, ne-

gativ gegen den Ellbogen. Alsbald aber verschwand in vielen Fällen dieser Strom, und die Ungleichartigkeit beider Hautstellen schien durch die Benetzung mit der Lauge vernichtet. Dagegen zwischen Hand und Fuss und Brust zeigte sich auch hier der aufsteigende Strom wie in der Kochsalzlösung, und hielt der längsten Benetzung mit der Lauge Stich, obschon ich die Versuche so lange fortsetzte, dass ich an der zarten Haut der Brust zahlreiche Brandschorfe davontrug.

Das allgemeine Ergebniss ist also, dass unter den Strömen, die wir von asymmetrischen Hautstellen erhalten haben, einige sind, die die erste Probe nicht aushalten, welche ein Strom bestehen muss, um für den Muskelstrom gelten zu können. Dies sind die Ströme zwischen Handsohle und Handrücken, Hand und Fuss, Hand und Ellbogen. Hingegen die starken aufsteigenden Ströme von Hand und Fuss zur Brust halten jene erste Probe aus, und müssen nunmehr auf die zweite Probe gesetzt werden, d. h. es muss untersucht werden, ob sie bei der Zusammenziehung eine negative Schwankung von angemessener Grösse erkennen lassen.

Die Versuche, die ich darüber angestellt habe, werde ich in einer späteren Abhandlung mittheilen. Das Ergebniss derselben ist, dass jene Ströme keine negative Schwankung zeigen. Also auch sie sind blosse Hautströme. Es ist möglich, dass sie einen Bruchtheil in sich bergen, der von den Muskeln ausgeht. Aber er ist im Versuch nicht auszuscheiden, wie uns dies beim Frosch gelungen war, Dank dem glücklichen Umstand, dass wir ein Mittel ausfindig machten, die Hautungleichartigkeiten zu vernichten, und die Froschhaut am lebenden unversehrten Thier in einen unwirksamen feuchten Leiter zu verwandeln. Mit einem Wort, das Unternehmen, den Muskelstrom am lebenden unversehrten menschlichen Körper bei ruhenden Muskeln nachzuweisen, ist als völlig gescheitert anzusehen.

Obschon die Untersuchung der elektromotorischen Beschaffenheit der Haut von dem eigentlichen Ziel dieser Forschungen abseits liegt, habe ich doch nicht unterlassen wollen, im Vorübergehen den Versuch zu machen, dies Gebiet neuer und räthselhafter Erscheinungen etwas aufzuhellen.

Es hält nicht schwer, eine allgemeine Vorstellungsweise zu ersinnen, wodurch die beständigen Hautströme, so wollen wir die zuletzt beschriebenen Ströme zwischen asymmetrischen Hautstellen bezeichnen, zugleich mit den Ungleichzeitigkeitsströmen erklärt werden. Man hat sich nur zu denken, dass die Haut, gleichviel zunächst ob in Folge der Berührung mit den Zuleitungsflüssigkeiten, oder unabhängig davon, der Sitz einer elektromotorischen Kraft ist, deren Grösse an den verschiedenen Hautstellen verschieden ist, und sich ausserdem mit der Dauer der Benetzung in bestimmtem Sinne verändert. Um z. B. die beständigen und die Ungleichzeitigkeitsströme in der Kochsalzlösung abzuleiten, brauchte man nur anzunehmen, 1) dass die Kraft aus der Lösung in die Haut gerichtet sei; 2) dass sie grösser sei an der Handsohle als am Handrücken, hier (bei absteigendem Strom im Bein) grösser als am Fuss, hier wiederum grösser als am Ellbogen und der Brust; 3) dass die Kraft bei zunehmender Dauer der Benetzung abnehme.

Die drei entgegengesetzten Annahmen führen aber gleichfalls zur Erklärung der Erscheinungen. Das erste, was zu thun sein würde, würde demnach sein, zwischen diesen beiden Möglichkeiten zu entscheiden. Leider stösst man dabei auf nicht zu bewältigende Hindernisse.

Die Richtung der Kraft unmittelbar zu bestimmen, könnte nur mit Hülfe des condensirenden Elektroskops geschehen. Es versteht sich, dass wir hier allein auf Versuche mit geschlossener Kette angewiesen sind. Man kann aber leicht ganz allgemein zeigen, dass sich aus diesen die Entscheidung der obigen Frage nur entnehmen lässt unter der Voraussetzung, dass die Grösse der Veränderung, welche die Kraft an jeder Hautstelle nach einer bestimmten Dauer der Benetzung erlitten hat, der Grösse der Kraft an der betreffenden Hautstelle proportional ist. Ist dies nicht der Fall, so wird man auf drei Gleichungen zwischen vier Unbekannten geführt, die Gleichung des beständigen Stromes nämlich zwischen zwei Hautstellen, und die Gleichungen der Ungleichzeitigkeitsströme an diesen beiden Stellen, ohne dass es möglich wäre, eine wahrhaft neue Beziehung zwischen

den vier Unbekannten festzustellen. Lässt man aber jene Proportionalität gelten, so erscheint die Aufgabe bestimmt. Alsdann würde aus der geringeren Stärke der Ungleichzeitigkeitsströme am Handrücken (als solche lässt sich ihre Unregelmässigkeit an dieser Hautstelle deuten) folgen, dass daselbst die Kraft eine geringere sei als an der Handsohle. Dem entsprechend würde sich aus dem allmäligen Sinken der Stärke der beständigen Ströme zwischen asymmetrischen Hautstellen bei öfterer Wiederholung der Versuche (s. oben S. 269) ergeben, dass die Veränderung der Kraft mit der Dauer der Benetzung in einer Abnahme bestehe. Danach müsste die Kraft die Richtung haben aus der Kochsalzlösung in die Haut.

Es scheint jedoch nicht, als ob sich die Annahme der Proportionalität zwischen der Veränderung der Kraft und ihrer Grösse an den verschiedenen Hautstellen rechtfertigen liesse. Das Umschlagen der Strömungsrichtung zwischen Hand und Fuss lässt sich im Gegentheil nur erklären durch die Annahme, dass die Kraft sich nicht proportional verändere; und wenn die Handrücken die Ungleichzeitigkeitsströme wegen allzugeringer Kraft vermissen liessen, so müssten sie sich positiv verhalten gegen alle Punkte, welche deutliche Ungleichzeitigkeitsströme aufweisen, z. B. Ellbogen und Füsse, was nicht der Fall ist, das letztere wenigstens nicht bei im Bein absteigender Strömungsrichtung zwischen Hand und Fuss. Es ist daher bei weitem wahrscheinlicher, dass die Handrücken die Ungleichzeitigkeitsströme deshalb vermissen lassen, weil an ihnen die Kraft sich nicht so mit der Dauer der Benetzung ändert, wie an anderen Hautstellen.

Es ist also hier nicht durchzudringen. Aber gesetzt auch, es gelänge, die Entscheidung über diesen ersten Punkt herbeizuführen, so würde doch damit für die Aufklärung des elektromotorischen Verhaltens der Haut noch sehr wenig geschehen sein. Die wahre Verwickelung hebt erst an, wenn man auch die Ergebnisse der Versuche in den anderen Zuleitungsflüssigkeiten in den Kreis der Betrachtung zieht. Dadurch werden die beständigen Hautströme in zwei Klassen geschieden, in solche, deren Richtung in allen Flüssigkeiten dieselbe bleibt, und in solche, deren Richtung sich mit der Flüssigkeit ändert.

Von diesen letzteren Strömen kann man annehmen, dass sie aus der Berührung der Haut mit den Zuleitungsflüssigkeiten entspringen, wobei natürlich vorausgesetzt wird, dass vermöge einer ungleichen Beschaffenheit der verschiedenen Hautstellen die Berührung daselbst elektromotorische Kräfte von ungleichem Betrag erzeugt. Zu dieser Klasse der beständigen Hautströme scheinen die Ungleichzeitigkeitsströme in Beziehung zu stehen, da auch deren Erscheinungsweise durch die Natur der Zuleitungsflüssigkeit bedingt wird, so dass z. B. in der verdünnten Schwefelsäure der Strom zwischen Handsohle und Handrücken sowohl als die Ungleichzeitigkeitsströme die umgekehrte Richtung haben von der in der Kochsalzlösung und dem Brunnenwasser. Damit stimmt denn auch folgende Beobachtung.

Ich habe versucht, den Strom zwischen Handsohle und Handrücken an den Händen von Leichen wahrzunehmen. Es fand sich, dass eine Leichenhand, welche die Ungleichzeitigkeitsströme im richtigen Sinne zeigte, auch den Strom zwischen Handsohle und Handrücken wie am Lebenden besass. An einer anderen Hand, wo die Ungleichzeitigkeitsströme verkehrt waren, war auch der Strom zwischen Handsohle und Handrücken verkehrt.

Was die ersteren Ströme anlangt, die zu den Ungleichzeitigkeitsströmen der Froschhaut und den Dehnungsströmen der menschlichen Haut ein neues Beispiel von Hautströmen liefern, die in sauren und alkalischen Flüssigkeiten einerlei Richtung behaupten, so bleibt, wie es scheint, nichts anderes übrig, als sich vorzustellen, dass ihnen eine in der Haut vorgebildete elektromotorische Kraft zu Grunde liegt. Ueber den Ursprung dieser Kraft bereits jetzt eine nur einigermassen begründete Vermuthung zu äussern, halte ich mich nicht für befähigt.

Jedenfalls müssten dabei, ausser den Temperatur- und den Dehnungsströmen, die elektromotorischen Erscheinungen in Betracht gezogen werden, zu denen die Verletzung der Haut Anlass giebt, und die ich bereits vor mehreren Jahren (s. oben S. 254) in ihren Grundzügen angedeutet habe. Eine irgendwie verletzte Hautstelle, eine frische Schnittwunde so gut als eine eiternde Blasenpflasterwunde, verhält sich in Kochsalzlösung stark positiv gegen eine unverletzte

Hautstelle. Der Strom verschwindet, wenn man die Wunde mit Collodium überzieht, oder wenn man an der anderen Hautstelle eine ähnliche Verletzung anbringt. Auch an den Fingern der Leiche habe ich den Wundenstrom, so soll dieser Strom heissen, in derselben Richtung beobachtet. Ich habe nicht versäumt, den Wundenstrom in den verschiedenen Zuleitungsflüssigkeiten, deren wir uns oben bedient haben, zu prüfen. In allen blieb seine Richtung die nämliche. Nur in Brunnenwasser zeigte er sich auffallend schwach. Diese Versuche sind jedoch nur mit frisch blutenden Stichwunden angestellt, so dass der Zweifel entsteht, ob dabei die Zuleitungsflüssigkeiten auch wirklich die Wundfläche bespült haben, oder ob sie durch das Blut davon getrennt blieben.

Indessen kommt darauf nicht viel an. Wie man auch, diesen beiden Möglichkeiten gemäss, den Thatbestand auffasse, bei dem Bestreben ihn zu zergliedern geräth man in gleiche Dunkelheit. Um eine in der Haut vorbestehende elektromotorische Kraft kann es sich hier nicht handeln, da die Verletzung alsdann nichts thun könnte, als den Widerstand des Kreises herabsetzen. Sie könnte nicht die betreffende Hautstelle gegen die andere positiver erscheinen machen. Die elektromotorische Kraft der Wundfläche muss also entweder erst durch die Verwundung erzeugt sein, oder sie muss ihren Ursprung haben in der Berührung mit den Zuleitungsflüssigkeiten, oder endlich mit dem Blut. Wie soll man sich das erste denken? Wie soll im zweiten Fall die leicht alkalische Wundfläche sich stark positiv verhalten gegen Zuleitungsflüssigkeiten aller Art? Wie im dritten so stark positiv gegen das Blut, dass die entgegenstehende elektromotorische Kraft zwischen Blut und Kalilauge dadurch überwältigt wird? Diese Räthsel müssten, wenn eine erschöpfende Theorie der elektromotorischen Erscheinungen der menschlichen Haut gegeben werden sollte, gleichfalls gelöst werden.

Von der Mundschleimhaut, welche an der Zungenspitze untersucht wurde, sei noch erwähnt, dass sie sich stark positiv gegen die Finger, die Handsohle und den Handrücken verhält. Ich glaubte zuerst darin ein ähnliches Verhalten mit dem einer Wundfläche zu

erkennen, wie denn die allgemeine Pathologie eine eiternde Fläche mit einer künstlichen Schleimhaut vergleicht. Allein gegen die Haut der Brust verhält sich die Mundschleimhaut schwach negativ, eine Wundfläche wie gegen andere Hautstellen, stark positiv. Demgemäss verhält sich denn auch eine Wundfläche so stark positiv gegen die Mundschleimhaut, dass der Strom die Nadel des Multiplicators für den Muskelstrom an die Hemmung wirft. Die elektromotorische Gleichstellung von Wundfläche und Schleimhaut ist folglich unstatthaft.

Die flüchtigen Wirkungen beim ersten Eintauchen symmetrischer Hautstellen (s. oben S. 254) lassen sich jetzt deuten auf mangelhafte Erfüllung zweier Bedingungen der Gleichartigkeit solcher Hautstellen, der gleichen Temperatur nämlich und der Gleichzeitigkeit der Benetzung. Den Eigenstrom aber (s. oben S. 255) liegt es nahe aufzufassen als den Ausdruck eines wenigstens dem Zeichen nach beständigen Unterschiedes zwischen den elektromotorischen Kräften der beiden Hautstellen. Doch ist er noch nicht genau genug untersucht, um etwas Bestimmteres darüber sagen zu können. Sollte es sich bei näherer Prüfung herausstellen, dass er seine Richtung in verschiedenen Zuleitungsflüssigkeiten wechselt, so würde über seinen Ursprung kein Zweifel sein. Er würde alsdann der ersten Klasse der beständigen Hautströme zuzuschreiben sein, die ihre Richtung nicht unabhängig von der Natur der Zuleitungsflüssigkeiten behaupten. Sollte der Eigenstrom hingegen, wie ich glaube, dass es der Fall ist, in allen Flüssigkeiten unverändert dieselbe Richtung zeigen, so könnte er der zweiten Klasse von Hautströmen zuertheilt werden, die dieselbe Unabhängigkeit zeigen. Allein alsdann ist auch noch eine dritte Möglichkeit da. Es könnte sein, dass der Eigenstrom der Ausdruck wäre eines Unterschiedes der Muskelströme auf beiden Seiten, der durch ungleiche Ausbildung der parelektronomischen Schicht bedingt wäre. Doch ist, damit diese Deutung überhaupt zulässig sei, noch eine andere Bedingung nothwendig, von der bei einer späteren Gelegenheit die Rede sein wird.

XIV.

Ueber die Grösse des täglichen Gewichtsverlustes des menschlichen Körpers bei vollständigem Fasten und bei regelmässiger Ernährung.

Von

Oberst Laun, Kommandant in Saarlouis.

Briefliche Mittheilung an den Herausgeber.

Erst vor wenigen Wochen las ich Ihren Kreislauf des Lebens. Es sind darin die Erfahrungssätze ausgesprochen: dass der Mensch am 14. Tage den Hungertod stirbt und dann $^4/_{10}$ seines Gewichts verloren hat; ferner, auf Barral's Untersuchungen gestützt, dass der Mensch bei regelmässiger Lebensweise in 24 Stunden $^1/_{14}$, ja im Winter und nach Umständen $^1/_{12}$ seines Gewichts verliert

Nimmt man an, dass sich der beim Hungertod eingetretene Gewichtsverlust gleichmässig über alle 14 Tage vertheilt (was natürlich nicht der Fall sein kann, da der Verlust am ersten Tage am stärksten sein wird), so müsste ich durch vierundzwanzigstündiges Hungern um 2,22 Kilogramm leichter werden, wenn ich von 77,87 Kilogramm Anfangsgewicht ausgehe. Ich müsste dann beim wirklichen Versuch eher eine höhere als eine niedrigere Zahl erhalten. Da ich nun schon öfter 36 ja bis 48 Stunden gehungert und gedurstet habe (weil dies bei mir ein ganz zuverlässiges Mittel gegen Diarrhöe ist), so beschloss ich den Versuch zu machen, jene Zahlen durch Erfahrungen an mir selber zu prüfen.

Insofern Alter, Körperbeschaffenheit, Lebensweise etc. das Resultat vielleicht wesentlich modificiren könnten, bemerke ich, dass ich 60 Jahre alt bin, 1,8 Meter gross, mich stets einer sehr guten Gesundheit erfreut habe, mir zwar in der Regel nicht viel Bewegung mache, aber genügend kräftig bin, um an Strapazen Vergnügen zu finden, z. B. ich setze mich im Herbst um 4 Uhr Morgens zu Pferde, reite 4½ deutsche Meilen zur Hirschjagd, bin bis gegen Sonnenuntergang auf Jagd, und reite dann wieder zu Haus.

Meine Wägungen nun ergaben Folgendes. Das Gewicht ist netto, also nach Abzug des Gewichts der Kleider.

					Kilogramm
Am	18.	Februar	1856	Morgens nach dem Kaffee	77,87,
„	19.	„	„	„ vor dem Kaffee	77,64,
				„ nach dem Kaffee	77,87,
„	20.	„	„	„ 7½ Uhr . . .	77,64,
				Abends 9 Uhr	76,47,
„	21.	„	„	Morgens 5 Uhr	75,77,
„	22.	„	„	„ vor dem Kaffee	77,41,
„	23.	„	„	„ „ „	77,64.

Der 20. Februar war der Hungertag. Vom 19. Februar Abends, wo ich, in Gesellschaft, erst um 10 Uhr vom Tisch aufstand, bis zum 21. Februar Morgens 5½ Uhr habe ich durchaus nichts Geniessbares über meine Lippen gebracht. — Der Grund, weshalb ich mich am 21. Februar so früh wog, lag darin, dass ich verreiste. — Ich bedauere jetzt, dass ich mich nicht am 19. Februar Abends nach dem Essen, und dann genau 24 Stunden später wieder gewogen habe; ich hatte aber von vorn herein die Idee gefasst, die 24 Stunden von einem Morgen zum andern zu rechnen.

Ich habe also in 21½ Stunden 1,87 Kilogramm an Gewicht verloren. Hätte ich die 24 Stunden völlig abwarten können, so würde sich höchst wahrscheinlich ein Verlust von 2,09 Kilogramm ergeben haben. Hätte ich mich am 19. Febr. Abends 10 Uhr, und dann wieder am 20. Februar Abends 10 Uhr gewogen, so hätte sich vielleicht, aber auch wohl höchstens, eine Differenz von 2,34 Kilogramm herausgestellt.

Ich bemerke, dass ich am 20. Februar ganz wie gewöhnlich gelebt, und mir durch Reiten und kleine Beschäftigung in meinem Garten eher mehr, als weniger Bewegungen gemacht habe, als ich wohl sonst zu thun pflege.

Gesundheitsrücksichten haben mich von weiteren Hungerversuchen abgehalten. Ich habe aber im September vorigen Jahres einige Versuche bei gewöhnlicher Ernährung angestellt, über welche die anliegende Tabelle das Nähere ergiebt.

1856 September	Morgen-Stunde	Körpergewicht nach Abzug der Kleidung vor dem Frühstück in Kilogramm	Im Laufe des Tages: eingenommen: Speisen nebst Suppe und Weintrauben Kilogr.	eingenommen: Kaffee, Thee, Wein und Wasser Kilogr.	eingenommen: Summa Kilogr.	ausgegeben: Stuhlgang Kilogr.	ausgegeben: Harn Kilogr.	ausgegeben: Summa Kilogr.	Unterschied der Einnahmen und Ausgaben Kilogramm	Unterschied des Körpergewichts von einem Tag zum anderen Kilogramm	Mithin verdunstet, ausgeathmet, Verlust durch Schleim, u. s. w. Kilogramm
21	8	76,66	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	7½	76,57	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	7½	76,84	2,06	1,49	3,55	0,25	—	—	—	—	—
24	7	76,99	—	—	—	0,13	—	—	—	—	—
25	7½	77,10	1,49	1,87	3,36	0,31	2,25	2,56	0,80	+0,19	0,99
26	7	76,91	1,53	2,30	3,83	0,06	1,81	1,87	1,96	—0,76	1,20
27	7	77,67	1,56	1,60	3,16	0,26	2,32	2,58	0,58	+1,11	1,69
28	8	76,56	1,56	1,62	3,18	0,04	1,64	1,68	1,50	—0,13	1,37
29	6¾	76,69	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summe der letzten 4 Tage			6,14	7,39	13,53	0,67	8,02	8,69	4,84	+0,41	5,25
Im Mittel täglich			1,53	1,85	3,38	0,17	2,00	2,17	1,21	+0,10	1,31

Hiernach beträgt der Stuhlgang 4,89 % der Ausgaben,
der Harn 57,47 „ „ „
der Dunst u. s. w. 37,64 „ „ „

Und Stuhlgang, Dunst u. s. w. und Harn verhalten sich sehr nahe zu einander wie

1 : 8 : 12.

	Kilogramm
Vom 27. September 8½ Uhr Abends bis zum 28. Morgens 8 Uhr verlor ich	1,85
Harnabgang während der Zeit	1,17
Also unmerkliche Ausgaben in 11½ Stunden . .	0,68.
Das gäbe in 24 Stunden	1,42.
Vom 28. September 8¼ Uhr Abends bis zum 29. Morgens 6¾ Uhr verlor ich	1,88
Harnabgang während der Zeit	1,21
Demnach unmerkliche Ausgaben in 10½ Stunden . .	0,67
Das beträgt für 24 Stunden	1,53.

1) Die Wage, deren ich mich bediente, markirte 45 Gramm noch sehr merklich; der Irrthum in den Zahlen kann also 45 Gramm nirgends übersteigen.

2) Frühstück und Nachmittags-Kaffee wurden vor dem Genuss gewogen und ein- für allemal festgestellt.

3) Die Quantität des Mittags und Abends Genossenen ermittelte ich durch Notirungen meines Gewichts unmittelbar vor und nach dem Essen.

4) Alle Getränke genoss ich aus Gläsern, deren Inhalt abgewogen war, und ward dann diese Quantität gehörig in Anrechnung gebracht.

5) Der Urin ward gewogen.

6) Die Quantität des Stuhlgangs erhielt ich aus der Differenz meines Gewichts vor und nach demselben. Der gleichzeitig abgegangene Urin ist aber natürlich nicht bei den Stühlen, sondern bei dem Urin in Anrechnung gekommen.

Die sehr geringen Quantitäten des Stuhlgangs haben mich in Erstaunen gesetzt. Zwar setzte ich die Wägungen nicht weiter fort, aber nach den im September gemachten Erfahrungen und ferneren Schätzungen halte ich mich für berechtigt anzunehmen, dass die in der Tabelle angegebenen Zahlen nahezu die richtigen Durchschnittszahlen bei mir sind. — Gegen Ende October ward ich nochmals zu ein Paar Wägungen veranlasst. Am 24. früh hatte ich das Gefühl der Schwere; es erfolgten 2 Stühle, zuerst 0,38 Kilogramm, später 0,06 Kilogramm. Am 25. und 26. betrugen die Stühle resp. 0,12 und 0,09 Kilogramm, also in 3 Tagen 0,65 Kilogramm oder durchschnittlich 0,22 Kilogramm, was der im September gefundenen Durchschnittszahl schon wieder sehr nahe liegt. Nach Ihrer brieflichen Angabe wiegt ein erwachsener Mann von 30 Jahren durchschnittlich 63,65 Kilogramm und nimmt an Speise und Trank bei kräftiger Arbeit täglich 2,67 Kilogramm zu sich. Hiernach würde ich nur 3,23 nöthig haben, denn

$$63{,}65 : 76{,}94 = 2{,}67 : 3{,}23.$$

Ich nehme aber, selbst ohne kräftige Arbeit, 0,15 Kilogramm mehr zu mir.

Mein Sohn, 27 Jahre alt, 1,88 Meter gross (ich habe nur 1,8 Meter), nahm bei einem Gewicht von 75,77 Kilogramm an einem Tage 3,43 (nämlich 1,72 Kilogramm Speisen und 1,71 Kilogramm Getränk) zu sich. Die Zahlen wurden in gleicher Weise, wie bei mir, gefunden. — Die Wägungen wurden nur an einem Tage gemacht; Wiederholungen würden, dies lässt sich mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen, obige Zahl nicht wesentlich modificirt haben.

Die Sträflinge der hiesigen Strafsection erhalten jeder täglich 0,94 Kilogramm Brod, und nur einmal warmes Essen. Da von den Sträflingen nur sehr wenige Einiges zuzusetzen haben, so müssen sie mit dieser Speisung bei mittelmässig schwerer Arbeit auskommen, und kommen auch aus. Die Section war im December 26 Köpfe stark; sie erhielten am 15. 18,71 Kilogramm geschälte rohe Kartoffeln und 6,08 Kilogramm rohe Bohnen; am 16. 26,19 Kilogramm rohe Kartoffeln, am 17. 18,71 Kilogramm Kartoffeln und 6,08 Kilo-

gramm rohe Erbsen (Fleisch erhalten sie nur Sonntags à 0,23 Kilogramm). Jene Kartoffeln etc. kamen durch Zusatz von Wasser (und einigem Fett etc.) in einem Gewicht von resp. 43,96, 44,43, 43,5 Kilogramm auf den Tisch. Der Sträfling geniesst also täglich 1,68 Kilogramm dicke Kartoffel etc. -Suppe, 0,94 Kilogramm Brod = 2,62 Kilogramm, wozu noch eine nicht zu ermittelnde Quantität Wasser kommt.

Aus meinen September-Versuchen ergiebt sich, dass ich täglich nahezu $^1/_{28}$ meines Gewichts (76,94 Kilogramm) geniesse und auch wieder ausgebe. Wenn also die Ausgabe in constanter Weise, unabhängig von der Einnahme und selbst ohne alle Einnahme, fortgehen könnte, so würde ich mich in etwa 23 Tagen (Quetelet setzt: 24 Tage) vollständig ausgegeben haben. Wie sehr aber die Ausgabe von der jedesmaligen und regelmässigen Einnahme abhängt, geht aus dem Vergleich mit meinem Februar-Versuch hervor, wo ich, weil alle Einnahme fehlte, nur 2,09 Kilogramm oder $^1/_{37}$ meines Körpergewichts in 24 Stunden ausgegeben habe. Ich glaube daraus mit Sicherheit folgern zu können, dass sich auch, beim Mangel aller Nahrung, die Ausgabe von Tage zu Tage bedeutend verringern muss, und dass ich also auch nach 14 Tagen viel weniger als $14 \times {}^1/_{37}$, oder nahe 0,4 des Körpergewichts verloren haben würde.

XV.

Beiträge zur Kenntniss des Winterschlafes der Murmelthiere.

Von

G. Valentin.

Vierte Abtheilung.

§. 6. Lungen- und Hautausdünstung.

Spallanzani *) glaubte bemerkt zu haben, dass ein Murmelthier, das sich in tiefem Winterschlafe, angeblich bei —12° befand, die umgebende Atmosphäre nach drei und einem halbstündigen Aufenthalte nicht im Mindesten veränderte. Mag nun auch das harte Urtheil, welches Prunelle **) über die Untersuchungen jenes Forschers fällt, nicht ganz begründet sein, so unterliegt es doch keinem Zweifel, dass die oben erwähnte Angabe auf einem Irrthume beruhte.

Mangili ***) machte schon einige Beobachtungen über den Chemismus der Athmung der winterschlafenden Murmelthiere. Er

*) L. Spallanzani Mémoires sur la Respiration. Traduits par Sennebier. Genève an XI. (1803) 8. p. 333—34.

**) Prunelle in den Annales du Muséum d'Histoire naturelle. Tome XVIII. Paris 1811. 4. p. 56.

***) Mangili in den Annales du Muséum d'Histoire naturelle. Tome IX. Paris 1807. 4. p. 110 u. 113, 114.

wies die Kohlensäureaushauchung durch Kalkwasser und die Abnahme des Sauerstoffes durch die Behandlung des Gases im Voltaeudiometer nach.

Prunelle *) lieferte eine neue Reihe hierher gehörender Analysen, die unbedingt zu den sorgfältigsten älteren Untersuchungen gehören. Die Sauerstoffbestimmungen scheinen der Wahrheit nahe zu kommen. Die Beobachtungen von Saissy **), die sich unter anderem auch mit dem Murmelthier und dem Igel beschäftigen, entsprachen im Ganzen weniger dem damaligen Zustande der Gasanalyse.

Marshall Hall ***) mass endlich die Luftabnahme, welche Igel im Winterschlafe erzeugten. Da nur ein Theil des Apparates mit Quecksilber, ein anderer dagegen mit Wasser abgesperrt war, so folgt, dass die beobachtete Verringerung des Luftvolumens nicht blos von dem verzehrten Sauerstoffe, sondern auch von der in das Wasser übergegangenen Kohlensäure herrührte. Jener Forscher machte hierbei darauf aufmerksam, dass die in tiefsten Winterschlaf verfallenen Igel in ruhiger Umgebung längere Zeit gar nicht athmen, durch Erschütterungen dagegen zu lebhafter Athmungsthätigkeit auf der Stelle angeregt werden.

Regnault und Reiset †) haben auch eine Reihe von Beobachtungen über Murmelthiere bei ihren ausgedehnten Athmungsuntersuchungen angestellt. Sacc in Neuchâtel sandte ihnen die schlafenden Thiere zu. Sie kamen während der Februarrevolution in Paris an, blieben deshalb 8 Tage auf der Post liegen und erwachten während dieser Zwischenzeit. Die mit ihnen vorgenommenen sechs Versuche wurden zwischen dem 1. März und dem 17. Juni gemacht.

---

*) Prunelle a. a. O. p. 41 u. 51—55.

**) Saissy in Reil's Archiv für die Physiologie. Bd. XII. Halle 1815. 8. S. 308—322. und Meckel's deutsches Archiv für Physiologie. Bd. III. Halle und Berlin. 1817. 8. S. 134.

***) Marshall Hall in den Philosophical Transactions. For the Year 1832. P. I. p. 338—346.

†) Regnault und Reiset Recherches chimiques sur la Respiration des Animaux des diverses classes. Paris 1849. 8. p. 139—145.

Diese Nebenverhältnisse lehren, dass die Periode des festesten Winterschlafes vorüber war, als jene Beobachtungen angestellt wurden. Wir werden sehen, dass die gefundenen Resultate dieser Anschauungsweise entsprechen.

Tragen wir die wichtigsten Endwerthe übersichtlich zusammen, so ergiebt sich:

Thier- und Nebenverhältnisse.	In Gramm ausgedrückte Menge für 1 Kilogramm Thier und 1 Stunde.		Verhältniss der ausgeschiedenen Kohlensäure zum aufgenommenen Sauerstoff.
	Ausgeschiedene Kohlensäure.	Verzehrter Sauerstoff.	
N°. I. Murmelthier C. und D. In tiefem Winterschlaf. D. während des Versuchs erwacht und dann erstickt.	0,039	0,048	1:1,23
N°. II. Kleinere Murmelthiere A. und B. erwacht und sehr lebhaft.	1,316	1,198	1:0,91
N°. III. Murmelthier C. eingeschlafen.	0,023	0,040	1:1,73
N°. IV. Murmelthier C. athmet bisweilen und erwacht endlich.	0,064	0,085	1:1,33
N°. V. Murmelthier C. erwacht.	0,641	0,774	1:1,21
N°. VI. Murmelthier C. schläft anfangs ein u. erwacht zuletzt.	0,532	0,589	1:1,11

Lasse ich die verunglückten Versuche unberücksichtigt, so habe ich im Ganzen 50 Analysen der Perspirationsluft der Murmelthiere und 16 der des Igels im Laufe zweier Winter angestellt. Die diesem Aufsatze beigefügten Tabellen geben die Versuchszeit, das Körpergewicht am Anfange der Beobachtung, die Dauer des Aufenthaltes in dem Athmungsbehälter, das auf 760 Mm. Barometer, 0°C. und

den trockenen Zustand zurückgeführte Normalvolumen der Anfangsluft, den auf 0°C. reducirten Barometerstand, die Wärme im Behälter zu Anfang und am Ende des Versuches, den Kohlensäure- und Sauerstoffgehalt der Endluft in Volumenprocenten, die auf ein Kilogramm Thier und eine Stunde kommenden Gewichtsmengen der ausgeschiedenen Kohlensäure, des verzehrten Sauerstoffes und wo möglich der entfernten Wasserdämpfe, das Volumen- und das Gewichtsverhältniss der frei gewordenen Kohlensäure zum aufgenommenen Sauerstoff, die Zahl der Athemzüge, die wichtigsten Nebenverhältnisse und zum Theil die Menge der Pulsschläge und die Wärme der Mundhöhle und des Mastdarmes nach Beendigung des Versuches.

Die erste und die zweite Tabelle, die sich auf die Murmelthiere A. und B. beziehen, enthalten acht Beobachtungen, die ich in dem ersten Halbjahre anstellte. Aeussere Verhältnisse hinderten mich damals, die Untersuchungen vor dem April zu beginnen. Diese Erfahrungen reihen sich daher an die oben erwähnten von Regnault und Reiset. Die Murmelthiere, sie mögen früher schon wiederum gegessen haben oder nicht, schlafen leicht an kühlen Regentagen des April, Mai und selbst des Juni ein. Es kommt hier unter günstigen Verhältnissen vor, dass sie den Grad von Erstarrung erreichen, den wir in der Folge mit dem Namen des ruhigen Schlafes bezeichnen werden. Der tiefste Grad des Winterschlafes dagegen scheint die Ausnahme zu bilden. Ich hatte überdies den Athmungsbehälter mit keiner schützenden Hülle von Heu, wie in den späteren Beobachtungen, umgeben, so dass hier der Einfluss von Temperaturirrungen möglicher Weise in untergeordnetem Maasse störte.

Ich untersuchte den folgenden Winter consequenter die Perspirationsverhältnisse der beiden Murmelthiere N°. 1 und N°. 3 von dem Anfange ihres Winterschlafes bis zum April. Die dritte Tabelle enthält das Verzeichniss von 23, meist von Woche zu Woche angestellten Beobachtungen, die an dem Murmelthiere N°. 1 gemacht worden, und die vierte Tabelle 19 ähnliche Versuche an dem Murmelthiere N°. 3. Die fünfte Tabelle endlich umfasst 16 Untersuchungen,

zu denen der Igel N°. 4 von Anfang November bis zu seinem Ende Februar erfolgten Tode benutzt worden.

Die Haupteinrichtung des Athmungsapparates glich im Wesentlichen derjenigen, deren ich mich zur Verfolgung der Einflüsse der Vaguslähmung bediente. Eine Gasprobe wurde am Ende in die Abzugsröhre und von da in das Eudiometer übergeführt. Die Thiere lagen auf einem hohen Gestelle und ein oberes Thermometer gab die Wärme der obern und ein unteres die der unteren Luft des Athmungsbehälters an. Dieser selbst befand sich in einer Blechhülle, die mit Heu ausgefüttert war und unten eine Oeffnung zur Erkenntniss des Standes des untern Thermometers hatte. Die Athmung des Thieres wurde durch eine obere frei gelassene Stelle des inneren Glasgefässes beobachtet.

Ich vollführte die eudiometrische Analyse mit den schon an andern Orten erläuterten Vorsichtsmassregeln und zwar in sehr langen Eudiometern, die 10—13 Mm. im Durchmesser hatten und in 400 oder 420 Grade von 0,76 Mm. gegenseitigen Abstandes getheilt waren. Ich controlirte mich häufig, indem ich die mit Kali behandelte Luft doppelt, nämlich trocken und feucht ablas, Knallgas in hinreichender Menge nach der Sauerstoffbestimmung hinzusetzte und nicht selten zwei Analysen desselben Gases machte. Ich untersuchte auch häufig eine Gasprobe der unteren Luft des Athmungsbehälters, indem ich das Sperrquecksilber von dem Manometer aus durch eine Zuleitungsröhre am Ende des Versuches einführte. Sie enthielt immer etwas weniger Kohlensäure und etwas mehr Sauerstoff, als das obere Gas, das ich gleichzeitig in die Abzugsröhre einführte.

Die Verkittung des Apparates, die Wägung des Thieres vor und nach dem Versuche und die Beobachtung der Anzahl der Athemzüge wurde von meinem Assistenten, Herrn Winkler, mit gewohnter Sorgfalt durchgeführt.

Ich habe die Berechnungen in derselben Weise, wie bei den Versuchen über die Einflüsse der Vaguslähmung, angestellt. Die Verhältnissmengen der Volumina und der Gewichte der ausgehauchten Kohlensäure und des verzehrten Sauerstoffes sind nach den Loga-

rithmen der absoluten Werthe jener Gase bestimmt. Sie weichen daher bisweilen in der letzten Decimale von denjenigen Grössen, welche die in den Tabellen verzeichneten auf ein Kilogramm und eine Stunde kommenden Werthe liefern würden, ab.

Athembewegungen. — Die wachen Murmelthiere pflegen ziemlich regelmässig in einem geschlossenen Behälter zu athmen. Man macht hierbei häufig die gleiche Erfahrung, wie an anderen Säugethieren, dass die auf eine Zeiteinheit kommende Menge der Athemzüge steigt, so wie das Thier mehr aufgeregt wird, oder keuchender athmet. Die Zahl der Pulsschläge, die gleichzeitig vorhanden waren, sind z. B. in den Versuchen N°. 4 und N°. 7 angegeben.

Die meisten früheren Forscher glaubten die Menge der Athemzüge, welche die Murmelthiere und die Igel in dem Erstarrungszustande darbieten, nach einigen beliebigen Zählungen bestimmen zu können. Jeder führte in dieser Hinsicht Werthe an, wie sie sich zufällig in sparsamen Versuchen ergeben hatten. Die meisten beziehen sich sogar nur auf Geschöpfe, die in ihrer Ruhe gestört worden. Die Zahlen, welche die Tabellen von N°. 9 bis N°. 66 angeben, können am Besten zeigen, wie sehr die Menge der Athemzüge mit der Intensität des Winterschlafes wechselt. Die dort verzeichneten Grössen dürften insofern der Wahrheit nahe stehen, als die Thiere unmittelbar vor und während der Beobachtung nicht beunruhigt wurden.

Die fest schlafenden Murmelthiere zeigen häufig sehr ungleiche Typen ihrer Athembewegungen. Es kommt nicht selten vor, dass man keinen Athemzug in 2 bis 10 Minuten sieht. Man wird zahlreiche Beispiele der Art in den Tabellen verzeichnet finden. Die Gasanalyse des ausgezeichnetsten Falles, auf den ich in dieser Hinsicht stiess, ist mir leider verunglückt. Das Murmelthier N°. 1 war um 7 Uhr 40 Minuten den 17. März in den Apparat eingesetzt worden. Man bemerkte einen Athemzug in 1 Minute um 7 Uhr 46 Minuten und einen in 3 Minuten um 9 Uhr 8 Minuten. Man konnte dagegen von 10 Uhr 30 Minuten bis 3 Uhr 8 Minuten keinen Athemzug wahrnehmen, obgleich man während dieser Zeit 6 Mal nachsah, und jedes Mal das Thier 3 bis 7 Minuten lang unausgesetzt betrachtete. Es

versteht sich von selbst, dass die Athembewegungen während jener langen Zwischenzeit nicht gänzlich mangelten. Allein die eben erwähnten vergeblichen Bemühungen dürften zu dem Schlusse führen, dass sie ausserordentlich selten und schwach waren.

Man kann die lebhaften Athemzüge der wachen Murmelthiere an den Schwankungen des Quecksilbers, das in dem Manometer des Athmungsapparates enthalten ist, leicht abzählen. Dieses gelang hingegen nie, wenn sich die Murmelthiere in tiefem Winterschlafe befanden. Manche Athemzüge waren dann so schwach, dass man sie nur bei grosser Aufmerksamkeit und in günstigem Lichte wahrnahm.

Die blosse Zahl der Athemzüge gestattet keinen Rückschluss auf die gleichzeitige Stärke des Athmungsprocesses, weil die einzelnen Athemzüge von ungleicher Intensität sind und nach verschiedenen Zeiträumen auftreten. Ich habe daher auch keine Durchschnittszahlen in dieser Beziehung berechnet und werde in der Folge nur die Mittelwerthe von drei Fällen zu einem bestimmten Zwecke angeben.

Die Athmungsversuche bestätigten mir von Neuem, dass sich die Murmelthiere zu genauen Winterschlafbeobachtungen sehr gut eignen. Der Igel führte dagegen meistentheils nur zu vergeblichen Bemühungen *). So lange er vor dem Versuche gewogen wurde, gelang es nie, ihn vollkommen schlafend im Apparate zu halten. Die bei dem Abwägen unvermeidliche Erschütterung weckte das Thier regelmässig auf. Erst nachdem man die Wägung vor dem Versuche aufgegeben und nur die nach demselben beibehalten hatte, gelang es einige Mal, die Athmungsverhältnisse des Erstarrungszustandes zu verfolgen. Der Winterschlaf erreichte hierbei wahrscheinlich nie seine grösste Stärke.

Die unregelmässige Vertheilung der Athemzüge fällt im Igel weit mehr, als im Murmelthiere auf. Wir sehen z. B. im Versuche N°. 61, dass das Thier um 10 Uhr 10 Minuten 15, und um 10 Uhr 42 Minuten 16 Athemzüge in der Minute machte, von 10 Uhr

*) Siehe schon diese Zeitschrift Bd. I. Heft II. S. 207.

20 Minuten dagegen bis 10 Uhr 30 Minuten gar nicht athmete. Wir stossen auf ähnliche Unterbrechungen in N°. 62, N°. 63, N°. 64 und N°. 65.

Absolute Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure und des verzehrten Sauerstoffes. — Wir lassen vorläufig die Versuche N°. 30, N°. 31, N°. 48, N°. 49 und N°. 50, in welchen die Murmelthiere in trockener Luft athmeten, unbeachtet und wollen diese Erfahrungen erst am Schlusse berücksichtigen. Wir halten uns hier nur an diejenigen Fälle, in denen die Athmungsluft für ihren Wärmegrad mit Wasserdampf von vornherein gesättigt war.

Wenn die Murmelthiere im Anfange des Versuches fest schlafen und im Verlaufe desselben allmälig erwachen, so geht in der Regel die Beobachtung nutzlos verloren, weil man die Zeiten, zu welchen die grossen Unterschiede der Athmungsintensität durchgriffen, nicht bestimmen kann. Die einzig möglichen Berechnungen der Mittelwerthe beziehen sich auf eine sehr variable Masse der verschiedensten Zustände. N°. 6, N°. 13, N°. 38, N°. 39, N°. 42 und N°. 46 gehören zu den Fällen, in welchen die Thiere im Athmungsbehälter allmälig erwachten. Ich übergehe daher diese Beobachtungen in der Folge gänzlich und bemerke nur, dass dann die Thiere durchschnittlich 0,270 Gramm bis 0,658 Gramm Kohlensäure für 1 Kilogramm Körpergewicht und 1 Stunde ausgehaucht und 0,314 Gramm bis 0,705 Gramm Sauerstoff für jene Einheiten verzehrt hatten. Regnault und Reiset geben drei Versuche der Art unter ihren sechs Beobachtungen, nämlich N°. I, N°. IV und N°. VI der S. 287 angeführten Tabelle.

Ich habe die übrigen Beobachtungen, die an den Murmelthieren angestellt worden, in fünf Kategorien gebracht. Die erste bezieht sich auf das vollkommene Wachen; die zweite auf jenen trunkenen Zustand, der uns so ausserordentliche Wärmeunterschiede in der dritten Abtheilung dieser Arbeit zeigte; die dritte auf den leisen, die vierte auf den ruhigen Schlaf und die fünfte auf den tiefsten Grad der Erstarrung. Um Raum zu ersparen, füge ich sogleich die den entfernten Wasserdämpfen entsprechenden Werthe hinzu. Wir haben:

Murmelthier.	Versuchsnummer.	Versuchsdauer in Minuten.	Für ein Kilogramm und eine Stunde in Gramm.		
			Ausgeschiedene Kohlensäure.	Verzehrter Sauerstoff.	Ausgetretene Wasserdämpfe.
		I. Vollkommen wach.			
A.	N⁰. 4	15	1,273	0,974	—
B.	„ 7	15½	1,065	0,791	—
1	„ 15	68	0,974	0,947	—
3	„ 33	35	0,762	0,888	—
3	„ 41	55	1,304	1,266	—
		Mittel =	**1,076**	**0,973**	—
		II. Schlaftrunken.			
B.	N⁰. 8	31	0,376	0,343	—
1	„ 11	76	0,678	0,703	0,226
3	„ 36	53	0,652	0,679	—
		Mittel =	**0,569**	**0,575**	**0,226**
		III. Leiser Schlaf.			
A.	N⁰. 1	101	0,056	0,083	—
A.	„ 2	118	0,131	0,153	—
A.	„ 3	158	0,122	0,207	—
B.	„ 5	164	0,092	0,098	—
1	„ 9	148	0,091	0,120	0,029
1	„ 17	189	0,105	0,116	—
3	„ 32	161	0,216	0,166	—
3	„ 37	194	0,185	0,205	—
		Mittel =	**0,125**	**0,144**	**0,029**
		IV. Ruhiger Schlaf.			
1	N⁰. 10	191	0,049	0,034	—
1	„ 16	199	0,033	0,050	0,018
1	„ 18	423	0,042	0,043	0,017
1	„ 19	396	0,031	0,051	0,006
1	„ 22	456	0,020	0,023	0,029
1	„ 23	425	0,020	0,042	0,044

Murmelthier.	Versuchsnummer.	Versuchsdauer in Minuten.	Für ein Kilogramm und eine Stunde in Gramm.		
			Ausgeschiedene Kohlensäure.	Verzehrter Sauerstoff.	Ausgetretene Wasserdämpfe.
1	N°. 24	466	0,047	0,063	0,034
1	„ 25	465	0,041	0,044	0,023
1	„ 26	443	0,046	0,086	0,026
1	„ 27	475	0,045	0,077	0,067
1	„ 28	503	0,030	0,033	0,030
1	„ 29	508	0,021	0,034	0,039
3	„ 35	176	0,036	0,086	—
3	„ 40	211	0,024	0,027	0,027
3	„ 43	470	0,0205	0,024	0,023
3	„ 45	471	0,023	0,028	0,015
		Mittel =	**0,033**	**0,047**	**0,028**
		V. Tiefster Winterschlaf.			
1	N°. 12	317	0,016	0,027	—
1	„ 14	406	0,011	0,019	0,026
1	„ 20	431	0,003	0,023	0,040
1	„ 21	423	0,017	0,023	0,034
3	„ 34	304	0,015	0,023	—
3	„ 44	418	0,019	0,028	0,018
3	„ 47	490	0,0196	0,0238	0,027
		Mittel =	**0,0144**	**0,0238**	**0,029**

Die eben erwähnten fünf verschiedenen Zustände charakterisiren sich weit mehr durch die auf ein Kilogramm Körpergewicht und eine Stunde kommenden Mengen ausgehauchter Kohlensäure, als durch die auf die gleichen Einheiten bezogenen Quantitäten des aufgenommenen Sauerstoffes. Der tiefste Winterschlaf erreicht nicht 0,020 Grammen Kohlensäure. Die Werthe des ruhigen Schlafes liegen zwischen 0,020 Grm. und 0,050 Grm., die des leisen zwischen 0,050 Grm. und 0,250 Grm. Der Schlaftaumel hat 0,250 bis 0,700 Grm. Die wachen Murmelthiere endlich gaben 0,762 bis 1,273 Grm.

Ehe ich auf die einzelnen Schlussfolgerungen übergehe, muss ich einige Bemerkungen über den Versuch N°. 20 vorausschicken. Wir

haben hier nur 0,003 Grm. für ein Kilogramm und eine Stunde, während der aufgenommene Sauerstoff 0,023 Grm. beträgt. Da mich die so geringe Menge von Kohlensäure befremdete, so stellte ich eine zweite Analyse an. Man sieht aus den in der dritten Tabelle unter N°. 20 angeführten Procentwerthen, dass kein Analysenfehler stattgefunden. Die Endberechnung ergab eine so kleine negative Stickstoffdifferenz, dass hierdurch die Richtigkeit der Bestimmung der Anfangs- und Endvolumina der Gasmassen des Athmungsbehälters erhärtet zu werden schien. Ich konnte mit einem Worte keinen gerechten Zweifel gegen diesen Versuch aufkommen lassen.

Um jedoch nicht dem Verdachte der Uebertreibung zu verfallen, habe ich neben dem Versuche N°. 20 noch den N°. 11, in welchem die Kohlensäure 0,011 Grm. betrug, im Betreff der Minimalzahlen in Betracht gezogen.

Dieses vorausgesetzt, wollen wir uns nun die Grenzwerthe und die Mittelgrössen übersichtlich zusammenstellen.

Zustand.	Für ein Kilogramm und eine Stunde in Grammen.			
	Maximum und Minimum.		Mittelwerthe.	
	Ausgehauchte Kohlensäure.	Verzehrter Sauerstoff.	Ausgetretene Kohlensäure.	Verzehrter Sauerstoff.
I. Tiefster Schlaf.	0,0196—0,003	0,027—0,019	0,0144	0,0238
II. Ruhiger Schlaf.	0,049—0,020	0,086—0,023	0,033	0,047
III. Leiser Schlaf.	0,216—0,056	0,207—0,083	0,125	0,144
IV. Schlaftrunken.	0,678—0,394	0,811—0,343	0,569	0,575
V. Vollkommen wach.	1,304—0,762	1,266—0,888	1,076	0,973

Halten wir uns zunächst an die Mittelwerthe und legen die dem tiefsten Schlafe entsprechenden Grössen als Einheiten zum Grunde, so bekommen wir:

Zustand.	Verhältnissmässiger Werth	
	der ausgehauchten Kohlensäure.	des aufgenommenen Sauerstoffs.
I. Tiefster Schlaf	1,0	1,0
II. Ruhiger Schlaf	2,3	2,0
III. Leiser Schlaf	8,7	6,1
IV. Schlaftrunken	39,6	24,2
V. Wach	74,7	41,0

Wir entnehmen hieraus, dass das wache Murmelthier im Durchschnitt 75 Mal so viel Kohlensäure ausscheidet und 41 Mal so viel Sauerstoff einnimmt, als wenn es der tiefsten Erstarrung verfallen ist. Der Grund, wesshalb der Sauerstoff einen beträchtlich kleineren Proportionalwerth, als die ausgeschiedene Kohlensäure hat, liegt, wie wir sehen werden, darin, dass das wache Murmelthier, wie andere wache Säugethiere, dem Gewichte nach, mehr Kohlensäure entfernt, als Sauerstoff einnimmt, während der Winterschlaf das Entgegengesetzte darbietet.

Der Vergleich der Minima, welche der tiefste Grad der Erstarrung lieferte, mit dem höchsten Werthe, den der wache Zustand ergab, hat ein grösseres Interesse, als die eben durchgeführte Zusammenstellung der Mittelgrössen. Berücksichtigen wir zuerst den Versuch N°. 20 und dann den N°. 14 und andererseits N°. 41, so ergiebt sich, dass

> das wache Murmelthier, während seiner lebhaftesten Athmungsthätigkeit
>
> > 434,7 Mal (N°. 20) oder 118,6 Mal (N°. 14) so viel Kohlensäure entfernte und 66,6 (N°. 14) Mal so viel Sauerstoff aufnahm, als das in dem tiefsten Winterschlafe befindliche Geschöpf.

Die eben dargestellten Thatsachen machen es möglich, die früher angeführten Werthe von Regnault und Reiset näher zu beurthei-

len. Man sieht, dass N°. III und N°. I dieser Beobachtungen dem ruhigen, N°. IV dagegen dem leisen Winterschlafe angehört. Das wache Thier lieferte desshalb nur im Maximum 57,2 Mal so viel Kohlensäure, als das Minimum von N°. III betrug. Der Sauerstoff ergab bloss 30 Mal so viel aus dem gleichen Grunde.

Wie sehr der tiefste Grad des Winterschlafes bei vollkommener Ruhe des Thieres vorherrscht, lehrt eine vergleichende Beobachtung, auf die ich bei der Statik der Ernährungserscheinungen zurückkommen werde. Ich erhielt den 4. November zwei ungefähr gleich grosse wache Murmelthiere. Das eine, welches als N°. 1 in der dritten Tabelle aufgeführt ist, wog dann 982,4 Grm. und schlief den 7. November ein. Ein anderes, N°. 2, das den 4. November 915,7 Grm. schwer war, erstarrte zwischen dem 6. und 7. November. N°. 1 wurde wöchentlich mindestens ein Mal zu einem Athmungsversuche benutzt. Ich liess hingegen N°. 2 in einem mit Heu gefüllten Kasten grösstentheils unberührt liegen. Das Thier wurde nur im Laufe der Erstarrungszeit 4 Mal, den 12. November, den 6. Januar, den 19. Februar und den 28. März herausgenommen, um gewogen zu werden. Wähle ich den 12. November als Ausgangspunkt und lege das mittlere Körpergewicht jeder Periode zum Grunde, so finde ich:

Zahl der Zwischentage.			Mittlerer auf ein Kilogramm und einen Tag kommender Verlust des Körpergewichts in Gramm.	
	Murmelthier N°. 1.	Murmelthier N°. 2.	N°. 1 zu Athmungsversuchen gebraucht.	N°. 2 vollkommen in Ruhe gelassen.
	54	—	2,286	—
	—	55	—	1,423
	41	—	1,720	—
	—	44	—	1,235
	40	37	1,681	1,044
Gesammtsumme	135 T.	136 T.	1,961	1,286

Man sieht, dass beide Murmelthiere einen gleichartigen Gang der Abnahme ihres Körpergewichtes einhielten. Der Verlust war in den ersten zwei Monaten am grössten und verkleinerte sich in der Folge immer mehr. Er blieb aber fortlaufend ungefähr um die Hälfte höher in N°. 1 als in N°. 2. Die Gesammtmittel verhalten sich wie 1,53 : 1,00.

Vergleicht man diese Werthe mit den Zahlen, die wir in der ersten Abtheilung *) dieser Untersuchungen kennen gelernt haben, so findet man, dass zwei Murmelthiere, die fast täglich gewogen worden, nicht aber im Frühjahre viele Tage wach zubrachten, 1,37 Grm. und 1,74 Grm. als durchschnittlichen Tageverlust darboten. Dieser stieg dagegen auf 2,35 Grm., 2,40 Grm. und 3,20 Grm. in drei anderen Thieren, die in einem früheren Winter unruhiger geschlafen und im Frühjahre häufig und lange wach gewesen.

Die in der fünften Tabelle verzeichneten Untersuchungen, die ich an dem Igel N°. 4 anstellte, bestätigen in hohem Grade die Bemerkungen, die ich über die ungünstigen Erstarrungserscheinungen dieser Thiere gemacht habe. Die 16 Versuche enthalten 5, nämlich N°. 57, N°. 58, N°. 59, N°. 60 und N°. 64, in denen der Igel in dem Athmungsbehälter allmälig erwachte und die deshalb zum grössten Theile resultatlos ausfielen. Die auf 1 Kilogramm und 1 Stunde bezogenen Mengen der ausgetretenen Kohlensäure lagen hierbei zwischen 0,351 Grm. und 0,737 Grm. und die des aufgenommenen Sauerstoffes zwischen 0,330 Grm. und 0,760 Grm. Die Durchschnittsgrösse betrug 0,453 Grm. für die Kohlensäure und 0,464 Grm. für den Sauerstoff.

Die übrigen Beobachtungen umfassen 5 Fälle, in denen das Thier vollkommen wach, und 6, in denen es mehr oder minder erstarrt war, wenn man den, in welchem es in dem Athmungsbehälter starb (N°. 66), hinzurechnet. Die etwas günstigeren Erfahrungen wurden zum grössten Theile erst im Januar und Februar gemacht. Dieser Umstand bestätigt die Angabe einzelner früherer Forscher, dass

*) S. diese Zeitschrift Bd. I. Heft II. S. 250.

der ruhigere Winterschlaf des Igels erst um diese Zeit zu beginnen pflege.

Stellen wir uns jene 11 Versuche übersichtlich zusammen, so haben wir:

		Auf die Einheiten des Kilogrammes und der Stunde bezogene Menge in Gramm.	
Versuchsnummer.	Versuchsdauer in Minuten	Ausgetretener Kohlensäure.	Verzehrten Sauerstoffes.
		I. Wach.	
51	64	1,150	1,365
52	64½	1,438	1,338
53	75	1,229	1,209
54	70	1,375	1,241
55	104	1,566	1,724
	Mittel =	1,352	1,376
		II. Schlafend.	
56	155	0,047	0,040
61	154	0,047	0,057
62	330	0,073	0,091
63	321	0,105	0,118
65	491	0,097	0,086
66	77	0,026	0,055
	Mittel =	0,066	0,075

Berücksichtigen wir zunächst die Mittelwerthe, so lieferte der wache Igel durchschnittlich 20,5 Mal so viel Kohlensäure und verzehrte 18,4 Mal so viel Sauerstoff, als der erstarrte. Für das Maximum und das Minimum findet sich, dass

der Igel im wachen Zustande

60,2 Mal so viel Kohlensäure (N°. 66) oder

Die Betrachtung der Mittelwerthe kann uns das hier durchgreifende Hauptgesetz unmittelbar klar machen. Je tiefer der Winterschlaf der Murmelthiere ausfällt, um so mehr wächst im Allgemeinen die Verhältnisszahl des aufgenommenen Sauerstoffes oder je intensiver die Erstarrung, um so mehr herrscht die Sauerstoffaufnahme über die Kohlensäureausscheidung vor. Diese Norm bewährt sich auch für die Maximalwerthe. Stellt man dagegen beliebige Einzelfälle zusammen, so kann es vorkommen, dass ein Murmelthier, als es ruhig schlief, ein Mal verhältnissmässig mehr Sauerstoff aufgenommen hat, als wenn es dem tiefsten Erstarrungsgrade verfallen war, oder der leise Schlaf einen höheren Verhältnisswerth, als der ruhige, darbot.

Die eben erläuterte Norm kehrt auch in den Versuchen von Regnault und Reiset wieder. Betrachten wir die oben angeführten Werthe, so glich der verschwundene Sauerstoff 1,33 und 1,23 in dem leiseren (N°. IV und N°. I) und 1,73 (N°. III) in dem stärkeren Schlafe, wenn man die Gewichtsmenge der entfernten Kohlensäure zur Einheit nimmt.

Die Nebenverhältnisse bestimmen es bekanntlich in wachen Thieren, ob diese, wie gewöhnlich, dem Gewichte nach, weniger Sauerstoff aufnehmen, als Kohlensäure ausscheiden, oder sich das Entgegengesetzte geltend macht. Der zweite Fall kommt häufig bei Athmungsnoth vor, wenn starke Athembewegungen eingreifen, nach der doppelten Vagustrennung oder anderen zu sehr tiefen Athemzügen führenden Nervenverletzungen. Dasselbe wiederholt sich auch für die wachen Murmelthiere, wie der Vergleich von N°. 4, 7, 15 und 41 mit N°. 33 der Versuchstabellen lehren kann.

Die verschiedensten Erstarrungszustände des Murmelthieres dagegen führen zu der fast ausnahmslosen Erscheinung, dass die Menge des verzehrten Sauerstoffes nicht nur dem Volumen, sondern auch dem Gewichte nach grösser ausfällt, als die der erhaltenen Kohlensäure. Wir haben nur einen Versuch (N°. 10), in welchem Volumen und Gewicht der Letzteren die beiden Werthe des Ersteren übertrafen. Er gehört dem neunten Tage des Winterschlafes an, d. h. einer

Zeit, in welcher die Thiere unruhig schlafen und sogar noch möglicher Weise für kurze Zeiten erwachen können. Alle übrigen 33 Versuche, die sich auf den Winterschlaf der Murmelthiere beziehen, geben nur zwei Fälle (N°. 8 und N°. 32), in denen das Gewicht des fehlenden Sauerstoffes weniger betrug, als das der gefundenen Kohlensäure. Eine nähere Betrachtung derselben lehrt aber, dass sie kaum als wahre Ausnahmen unseres Gesetzes angesehen werden können.

N°. 8 bezieht sich auf den schlaftrunkenen Zustand eines Thieres, das mit offenen Augen im Athmungsbehälter lag, früher schon in Folge des eingetretenen Frühlinges wach und nur an einem kalten Regentage wiederum torpid geworden war. N°. 32 gehört der ersten Zeit des Winterschlafes an, so dass dieselben Bemerkungen, die für N°. 10 gelten, auch hier ihre Anwendung finden.

Vergleichen wir endlich noch die Verhältnisswerthe, welche der Igel geliefert hat, nach der oben erläuterten Berechnungsweise, so finden wir:

Zustand	Versuchsnummer.	Verhältnisse der ausgeschiedenen Kohlensäure zum Sauerstoff.		
		Maximum und Mimium		Mittel den Gewichtswerthen nach.
		dem Volumen nach.	dem Gewichte nach.	
Wach . . .	51. 52. 53. 54. 55.	1 : 1,64 bis 1 : 1,27	1 : 1,19 bis 0,90	1 : 1,018
Schlafend . .	56. 61. 62. 63. 65. 66.	1 : 2,99 bis 1 : 1,23	1 : 2,12 bis 0,90	1 : 1,137

Wie sich erwarten liess, liefert der Igel keine so reinen Ausdrücke der Norm, als die Murmelthiere. Er macht häufig schon im Wachen auffallend tiefe Athemzüge im Freien und vorzüglich in der eingeschlossenen Luft des Athmungsbehälters, wenn er selbst kürzere Zeit in diesem verweilt. Eine relativ starke Aufnahme von Sauerstoff bildet die Folge dieser Eigenthümlichkeit. Sein Schlaf bedingt ebenfalls eine reichliche Sauerstoffabsorption. Die geringe

Intensität und die augenblickliche Unterbrechung desselben durch Athemzüge, die oft in grosser Menge auf einander folgen und deren Tiefe sich nicht genau messen lässt, führen hier viel leichter zu scheinbaren Ausnahmen, als in den Murmelthieren. Der Igel ist mit einem Worte, wie schon mehrfach bemerkt worden, ein Thier, das sich fast gar nicht zu genügenden Beobachtungen über den reinen Winterschlaf eignet.

Die grössere verhältnissmässige Aufnahme des Sauerstoffes während der Erstarrungszeit lässt sich, wie ich glaube, ziemlich einfach erklären. Das Thier athmet eine Zeit lang gar nicht. Mögen nun auch die Thätigkeiten seiner Gewebe auf ein Minimum zurückgeführt sein, so wird sich doch nach und nach ein dringendes Athmungsbedürfniss einstellen. Die Stumpfheit, mit welcher die Nervengebilde arbeiten, lässt dieses später, als im wachen Geschöpfe auftreten. Stellen wir uns vor, dass der Athemzug erst gemacht wird, wenn die Athemnoth einen höheren Grad erreicht hat, dass er dann jenen Charakter der Mechanik besitzt, den auch das wache Thier unter ähnlichen Verhältnissen befolgt, so haben die gleichen Ursachen die gleichen Folgen im erregten und thätigen, wie in dem starren Geschöpfe.

Diese Untersuchungen bestätigen endlich einen Satz, den ich schon mehrfach, auf anderen Beobachtungen fussend, hervorhob. Die Athmungsmechanik und nicht die Diät bestimmt den Hauptausschlag für die Werthe des Kohlensäure- und des Sauerstoffes. Das wachende Murmelthier N°. 3, das seit dem 12. November Nichts gegessen hatte, gab (Versuch N°. 33) 0,762 Grm. Kohlensäure und 0,888 Grm. Sauerstoffes für die Einheiten des Kilogrammes und der Stunde am 29. November und (Versuch N°. 41) 1,304 Grm. Kohlensäure und 1,266 Grm. Sauerstoff am 29. Januar. Der Vergleich von N°. 51 und N°. 55 kann dasselbe für den Igel darthun.

Wechsel des Stickstoffes. — Das Verfahren, durch welches Regnault und Reiset zu ihren kleinen Stickstoffunterschieden gelangten, dürfte manche Einwendungen gestatten. Sie suchten die Temperaturcorrection zu umgehen, indem sie das Wasser, wel-

ches den Athmungsbehälter umgiebt, am Ende des Versuches genau auf denselben Wärmegrad, der am Anfange vorhanden war, brachten. Begannen sie auch mit dieser Arbeit eine Stunde vor dem Schlusse der Beobachtung *), so bleibt es nach meinen Erfahrungen **) dennoch zweifelhaft, ob deshalb ein Luftraum von 45 Liter den gleichen gewünschten Wärmegrad in allen Schichten besessen hat. Berücksichtigt man überdies die unvermeidlichen Beobachtungsfehler, welche die Barometercorrection, die Anwesenheit von Ammoniakdämpfen und vielleicht auch die unter einander abweichenden Spannkräfte der Dünste der verschieden concentrirten Kalilösungen und die procentigen Gasanalysen erzeugten, so wird man unvermeidliche Fehlerwerthe vermuthen können, die zwar für die Kohlensäure- und die Sauerstoffwerthe verschwindend klein, für jene geringen Stickstoffgrössen dagegen bedeutungsvoller sind.

Die an den Murmelthieren angestellten Beobachtungen ergaben in dieser Hinsicht:

Thier und Nebenverhältnisse.	Auf ein Kilogramm u. eine Stunde kommende Menge Sauerstoff.	Stickstoffwechsel, die Grösse des Sauerstoffes = 1.
N⁰. I. Murmelthier C und D. In tiefem Winterschlaf. D im Behälter erwacht und erstickt	0,048	+ 0,0029
N⁰. II. Kleinere Murmelthiere A und B. Erwacht und sehr lebhaft	1,198	+ 0,0141
N⁰. III. Murmelthier C. Eingeschlafen . .	0,040	— 0,0174
N⁰. IV. Murmelthier C. Athmet bisweilen und erwacht endlich	0,085	0,000
N⁰. V. Murmelthier C erwacht	0,774	+ 0,0047
N⁰. VI. Murmelthier C. Wacht und frisst den ersten Tag, schläft später ein und erwacht wieder am Ende des Versuchs	0,598	— 0,0092

*) Regnault und Reiset a. a. O. p. 22.

**) Die Einflüsse der Vaguslähmung auf die Lungen- und Hautausdünstung. Frankf. a. M. 1857. 8. §. 7.

Man sieht, dass sich nur N°. III auf die ungestörte Erstarrung bezieht. Diese Beobachtung giebt aber eine verhältnissmässig bedeutende Aufnahme von Stickstoff.

Die Stickstoffbestimmungen des von mir befolgten Untersuchungsverfahrens dienen natürlich vorzugsweise zur Controle des ganzen Experimentes. Sie können keinen Aufschluss über feinere Veränderungen des Stickstoffes geben. Ich habe sie daher auch nicht mit ihren Einzelwerthen in den Haupttabellen angeführt und beschränke mich hier auf einige allgemeine Andeutungen aus dem gleichen Grunde.

Es zeigte sich durchgehends, dass der Winterschlaf der Murmelthiere keinesfalls einen bedeutenden Stickstoffwechsel bedingt. Die oben (S. 293) verzeichneten 7 Versuche des tiefsten Winterschlafes enthielten einen mit so gut als constantem Stickstoff, einen mit positivem und 5 mit negativen Stickstoffwerthen. Die 16 Beobachtungen des ruhigen Schlafes umfassten 2 mit so gut als constantem, 6 mit positivem und 8 mit negativem Stickstoff. Die Fälle, in denen scheinbar eine Aufnahme dieses Körpers stattgefunden, bildeten, wie man sieht, eine ziemlich bedeutende Ueberzahl. Ziehe ich das Mittel aus 22 unter jenen 23 Beobachtungen, so erhalte ich 1 : + 0,009 als das Verhältniss des Gewichtes des aufgenommenen Sauerstoffes zu dem des Stickstoffunterschiedes bei dem ruhigen und dem tiefsten Winterschlafe zusammengenommen.

Ein mit Salzsäure bestrichener Glasstab entwickelt deutliche weisse Nebel, wenn man ihn in die Luft des Athmungsbehälters bringt, in dem ein schlafendes Murmelthier eine Reihe von Stunden verweilt hat.

Ausgetretene Wasserdämpfe. — Da sich auch bei ihren Berechnungen die Beobachtungsfehler summiren, so lassen sich genügende Schlüsse höchstens aus den Mittelzahlen entnehmen. Ich habe nur die Einzelwerthe in den Haupttabellen und auf S. 293 hinzugefügt, um zu zeigen, wie durchgehends nur kleine Mengen während des Winterschlafes entfernt werden. Man kann schon von vorn herein erwarten, dass die Zahl und die Tiefe der Athemzüge, die absoluten Werthe und die Aenderungen der Temperatur der um-

gebenden Luft den vorzüglichsten Einfluss auf die Entfernung der Wasserdämpfe ausüben werden. Die Erfahrung bestätigte dieses auch in vielen Beobachtungen in sichtlicher Weise.

Stellen wir uns die Mittelwerthe zusammen, so haben wir für die Einheiten des Kilogrammes und der Stunde:

Zustand	Ausgetretene Wassermenge in Gramm.	Verhältnisswerth.
Tiefster Winterschlaf	0,029	1
Ruhiger Winterschlaf	0,025	0,9
Schlaftrunkenheit	0,226	7,1

Wollte man annehmen, dass die dem vollkommen wachen Zustande entsprechende Durchschnittsgrösse 0,5 Grm. beträgt, so würde dann ungefähr 20 Mal so viel Wasser austreten, als im ruhigen oder dem tiefsten Winterschlafe.

Auf einen Athemzug kommende Mittelmengen. — Da die erstarrten Murmelthiere und Igel keinen gleichförmigen Typus ihrer Athembewegungen darbieten, so ist es auch nicht gerechtfertigt, die auf einen Athemzug kommenden Durchschnittsgrössen zu berechnen. Um aber wenigstens einen ungefähren Begriff von den allgemeinsten Verhältnissen geben zu können, wollen wir die Versuche N°. 14 und N°. 20, welche die Minima der Kohlensäure bei tiefstem Winterschlafe lieferten, so berechnen, als wenn die in der dritten Tabelle unter jenen Nummern verzeichneten Athmungsbeobachtungen ein vollständiges Bild der Athmungsthätigkeit darstellten. Das Maximum der Kohlensäurewerthe des wachen Thieres (N°. 41) möge anderseits zum Vergleiche gegenüberstehen:

Während die einzelnen Beobachtungen nicht immer entsprechende Veränderungen der Athmungsintensität und der Eigenwärme zeigen, fallen in dieser Hinsicht die Mittelwerthe belehrender aus. Man sieht, dass hier die Ueberschüsse der durchschnittlichen Wärme der Mundhöhle und des Mastdarmes über der Temperatur der umgebenden Luft mit den Mengen der ausgeschiedenen Kohlensäure in ziemlich entsprechender Weise zunehmen. Man darf übrigens bei der Beurtheilung dieser Zahlen nicht vergessen, dass die Einführung des Thermometers, vorzüglich die in den Mastdarm, das Thier zum Schnarchen und zum Athmen anzuregen pflegt.

Die Winterschläfer dürften sich zu hypothetischen Berechnungen über die Wärmeerzeugung im Thierkörper am besten eignen. Der sonst nicht zu bemessende Einfluss der Nahrungsmittel, der selbst in den erstarrten Murmelthieren lange Zeit, wie wir sehen werden, fortdauert, schwindet hier endlich gänzlich. So lockend es auch war, die eben angeführten Mittelgrössen zu solchen Rechnungen zu gebrauchen, so habe ich sie doch nicht durchgeführt, weil man bis jetzt, weder die verbrennenden Stoffe, noch die Verbrennungswärme derselben zuverlässig angeben kann.

Athmen in trockener Luft. — Ich habe fünf hierher gehörende Versuche angestellt; zwei (N°. 30 und N°. 31) an Murmelthier N°. 1 und drei (N°. 48, N°. 49 und N°. 50) an Murmelthier N°. 3. Die Ursache, weshalb ich diese Beobachtungen von den übrigen trennte, liegt darin, dass sie einen unvermeidlichen Fehler enthalten, der sich in den Verhältnisswerthen des Sauerstoffes am Nachdrücklichsten geltend macht.

Ich stellte ein flaches, mit concentrirter Schwefelsäure gefülltes Glassgefäss auf den Boden des Athmungsbehälters einen Tag, ehe der Versuch gemacht wurde, und liess den Deckel schliessen. Die Säure blieb auch während des Experimentes unter dem Gestelle, auf welchem das Thier ruhte. Man musste daher die Anfangs- und die Endluft als trocken betrachten, wenn man die Normalvolumina derselben berechnete. Dieses ist aber nicht ganz richtig. Setzt man auch das Thier noch so rasch ein, so gelangt immer Etwas äussere

Luft, die nicht ganz trocken ist, in den Athmungsbehälter. Einflussreicher als der hierdurch entstehende Irrthum, ist ein die Endluft betreffender Fehler. Das Thier athmet Gase aus, die mit Wasserdämpfen geschwängert sind. Bietet auch die Schwefelsäure eine noch so grosse Absorptionsfläche dar, so dauert es immer eine merkliche Zeit, ehe alle Spur von Feuchtigkeit dem ganzen Luftvolunem entzogen worden. Hat das Thier zufälliger Weise kurz vor dem Schlusse der Beobachtung ein oder mehre Male geathmet, so erhält man eine Luftmasse, die man als trocken berechnen muss, obgleich sie immer noch eine gewisse Menge von Wasserdämpfen führt. Man findet daher ein zu grosses Normalvolumen der Endluft.

Wir wollen den Einfluss, den dieser Uebelstand ausübt, an dem Versuche N°. 50 näher erläutern. Das Murmelthier machte je zwei Athemzüge in der Minute kurz vor dem Schlusse der Beobachtung, so dass die Endluft unzweifelhaft noch nicht vollkommen trocken war. Das Anfangsgas betrug 9750,0 C. C. von 705,31 Mm. auf 0° C. zurückgeführten Barometers und 9°,6 C. Als trocken betrachtet erhält man ein Normalvolumen von 8740,7 C. C. Berücksichtigt man den veränderten Stand des Manometers, so hatte man zuletzt 704,15 Mm. als Druckgrösse. Die Temperatur war 10°,9 C. Die Annahme der Trockenheit der Luft führt daher zu einem Normalvolumen von 8686,1 C. C. Die Zusammensetzung der Endluft glich dem Volumen nach 0,70 % Kohlensäure, 20,20 % Sauerstoff und 79,10 % Stickstoff.

Die Endberechnung wird so durchgeführt, dass man bestimmt, wie viel die 8740,7 C. C. Anfangsluft enthalten, wenn sie 0,05 % Kohlensäure, 20,96 % Sauerstoff und 78,99 % Stickstoff führen. Man ermittelt andererseits, wie viel die Endluft giebt, wenn sie 0,7 % Kohlensäure und 20,2 % Sauerstoff darbot und im Ganzen 8686,1 C. C. betrug. Ist nun das letztere Volumen zu gross, so wird dieser Fehler den Kohlensäuregehalt der Endluft wenig, die Sauerstoffmenge derselben aber weit bedeutender erhöhen. Wir erhalten daher einen etwas zu grossen Werth für die ausgeschiedene Kohlensäure und einen viel zu kleinen Werth für den verzehrten Sauerstoff. Hieraus erklärt sich, weshalb N°. 50 die Grösse 0,022 Grm. für die Kohlen-

säure und den Sauerstoff darbot, wenn man die Einheiten des Kilogrammes und der Stunde als Basis voraussetzt.

Der Versuch N°. 49, bei welchem die auf jene Einheiten bezogene Kohlensäuremenge 0,017 Grm. betrug, führt zu dem Schlusse, dass der tiefste Grad des Winterschlafes in trockener Luft ebenso gut als in feuchter möglich ist. N°. 30, N°. 31 und N°. 48 scheinen jedoch anzudeuten, dass hier Störungen der Erstarrung leicht vorkommen. Wir haben die gleiche Folgerung schon aus anderen Erfahrungen früher *) gezogen.

Da das Murmelthier N°. 3 in dem Versuche N°. 48 nach und nach vollständig erwachte, so gehört diese Beobachtung an und für sich zu denjenigen Erfahrungen, die keine sichern Schlüsse gestatten. Betrachtet man aber die Athmungsverhältnisse, so ergiebt sich mit vieler Wahrscheinlichkeit, dass das Thier fünf Stunden ruhig schlief, die sechste dagegen wachte. Legt man nun die Werthe, welche der unmittelbar vorhergehende Versuch N°. 47 gegeben hatte, für die Erstarrungszeit zum Grunde, so erhält man 1,226 Grm. Kohlensäure und 1,032 Grm. Sauerstoff für den wachen Zustand, d. h. Grössen, wie sie unter diesen Verhältnissen immer vorkommen.

Wir haben schon in der ersten Abtheilung **) kennen gelernt, dass die Schwefelsäure eine beträchtliche Abnahme des Körpergewichts erzeugt, weil sie Wasser aus den Geweben des Thieres anzieht. Dieser Umstand erklärt auch z. B. die scheinbar grossen Wasserwerthe, welche N°. 49 und N°. 50 darbieten.

Erstickung. — Spallanzani ***) glaubte gefunden zu haben, dass ein schlafendes Murmelthier vier Stunden lang in Kohlensäure ohne Nachtheil ausharren kann. Ein zweiter Versuch, bei welchem schwache Athembewegungen anfänglich vorhanden waren, führte zu dem Tode des Thieres. Prunelle †) hat eine Beobachtung, in

---

*) S. diese Zeitschrift Bd. I, Heft II, S. 240 u. 258.

**) S. diese Zeitschrift Bd. I, Heft II, S. 240—242.

***) Spallanzani a. a. O. p. 75 u. 335.

†) Prunelle a. a. O. Tome XVIII, p. 51.

welcher ein erstarrtes Murmelthier zu Grunde ging, als eine beträchtliche Menge Kohlensäure durch Eingiessen von Schwefelsäure zu dem schon vorhandenen kohlensauren Kalk entwickelt wurde. Die Angabe von Saissy *), dass schlafende Murmelthiere, Igel, Haselmäuse und Fledermäuse noch eine Stunde ohne Nachtheil im Athmungsbehälter verweilen können, wenn sie allen Sauerstoff verzehrt haben, ist offenbar unrichtig.

Die Procentwerthe der Endluft, welche die beigefügten Tabellen enthalten, lehren deutlich, dass die Murmelthiere und die Igel längere Zeit in einer sehr kohlensäurereichen und verhältnissmässig sauerstoffarmen Luft, ohne Schaden, verweilen können. Wir haben z. B.:

Thier.	Versuchsnummer.	Procente der Endluft.	
		Kohlensäure.	Sauerstoff.
Murmelthier	38	9,56	7,47
	41	10,31	7,52
Igel	55	10,99	3,99

Es kann natürlicher Weise vorkommen, dass ein Winterschläfer im Athmungsbehälter erwacht und in ihm erstickt, wenn er den zu Gebote stehenden Sauerstoff grösstentheils aufgezehrt hat. Die Luft, in welcher N°. 2 zu Grunde ging, führte zuletzt 12,06 % Kohlensäure und 5,54 % Sauerstoff. Zwei Erfahrungen belehrten mich aber, dass noch eine andere Todesart, deren Ursache vorläufig dahin gestellt bleibt, möglich ist.

Das männliche Murmelthier, welches unter der Bezeichnung N°. VI in der ersten Abtheilung dieser Arbeit aufgeführt ist, wog 1079,5 Grm. den 17. April. Nachdem es den Sommer durch gefüttert worden, hörte es den 23. October zu essen auf und schlief bald darauf ein. Sein Körpergewicht betrug 1643,8 Grm. am

*) Saissy in Reil's Archiv Bd. XII, S. 311—318.

28. October. Es wurde an diesem Tage in den Apparat gesetzt, den ich zu den Untersuchungen über die Einflüsse der Vaguslähmung benutzt habe. Der Versuch begann um 9 Uhr 3 Min., das Thier machte 13 Athemzüge in der Minute um 9 Uhr 38 Min. und 9½ um 10 Uhr 16 Min. Man konnte hingegen seit 1 Uhr 10 Min. keine Athembewegungen mehr bemerken. Als der Versuch um 3 Uhr 18 Min. beendigt wurde, zeigte sich, dass das Thier todt war. Es hatte dabei seine ursprüngliche Lage nicht geändert. Die eudiometrische Analyse ergab, dass die Endluft 0,09 % Kohlensäure und 20,72 % Sauerstoff enthielt. Die Wärme des umgebenden Wassers glich 8°,8 C. und die der Luft des Athmungsbehälters 9°,5 C. am Anfange und 7°,8 C. am Ende der Beobachtung.

Konnte man hier auf die Vermuthung kommen, dass vielleicht die Wärmeentziehung des benachbarten Wassers den Tod herbeiführte, so liess sich dieses auf den Igel N°. 4 nicht anwenden. Der Athmungsbehälter, in dem er starb, war von Heu umgeben. Wie wir aus N°. 66 der fünften Tabelle ersehen, hatte die Luft eine Wärme von 8°,5 C. im Anfange und von 10°,95 C. am Schlusse. Die Gasanalyse lieferte wieder nur 0,15 % Kohlensäure und 20,71 % Sauerstoff. Das Thier war so fest eingerollt, dass nur die Vorderbeine zur Oeffnung herausragten und der Kopf tief im Inneren versteckt lag.

XVI.

Ueber den Einfluss der Wärme auf die Kohlensäure-Ausscheidung der Frösche.

Von

Jac. Moleschott.

Bisher habe ich mich, um bei der Beurtheilung des Einflusses, den das Licht auf das Athmen ausübt, die gleichzeitige Wirkung der Wärme unschädlich zu machen, nur auf die gediegenen Arbeiten Vierordt's bezogen, der bekanntlich an sich selber die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure um so geringer fand, je höher der Wärmegrad war, bei dem er seine zahlreichen Beobachtungen anstellte *). Auf Marchand's Erfahrungen, so weit sie diesen Gegenstand betreffen, glaubte ich kein Gewicht legen zu dürfen, obwohl sie mir, wenn ich sie hätte verwerthen können, weit willkommener gewesen wären, weil sie an Fröschen gewonnen wurden. Marchand hat nämlich über die Wirkung der Wärme überhaupt nur fünf Versuche angestellt, bei welchen die Wärmegrade zwischen + 2 und 30° C. lagen. Er schliesst aus diesen fünf Versuchen, „dass die Thiere am meisten bei einer ziemlich niedrigen Temperatur bei 6—14° respiriren und dass hier eine Differenz von 6—7° wenig Einwirkung ausübt. Sinkt die Temperatur bis nahe zu dem Eispunkte, so wird die Respiration viel schwächer. . . . . Dasselbe findet bei einer ziemlich hohen Temperatur von 28—30° statt, wobei die Thiere schon

*) Vgl. Vierordt, Physiologie des Athmens, Karlsruhe 1845, S. 73 u. folg.

ziemlich matt waren“ *). Regnault und Reiset haben in ihrer berühmten Abhandlung über das Athmen in verschiedenen Thierklassen nur vier an unversehrten Fröschen angestellte Versuche mit einer Angabe des Wärmegrads begleitet, und die Wärme schwankte in diesen vier Versuchen nur zwischen 15° und 19°. Es darf also gewiss nicht viel daraus gefolgert werden, dass sie bei 19° den höchsten Kohlensäurewerth fanden **). Regnault und Reiset, deren Arbeit sich ebenso sehr durch vorsichtige Schlussfolgerung, wie durch die Genauigkeit des Versuchsverfahrens auszeichnet, haben denn auch aus ihren Zahlen über den Einfluss der Wärme auf die Ausscheidung der Kohlensäure nichts geschlossen. Kurzum, die Frage, wie verschiedene Wärmegrade auf die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure einwirken, ist bisher erfahrungsmässig durchaus nicht genügend beantwortet.

Da nun von verschiedenen Seiten Erfahrungen gemacht wurden, welche darauf hinzudeuten scheinen, dass für wirbellose Thiere, kaltblütige Wirbelthiere und Winterschläfer das Verhältniss ein anderes sein könnte als für warmblütige Wirbelthiere und den Menschen, habe ich zwei meiner Schüler, die Herren G. Meier und Jacob Neukomm aufgefordert, eine grössere Anzahl von Versuchen anzustellen, um die zahlreichen Beobachtungen, die ich selbst bei meiner Untersuchung über den Einfluss des Lichts auf das Athmen der Frösche gesammelt habe, zu ergänzen, und damit für den Frosch eine entscheidende Antwort herbeizuführen.

Meine eigenen Versuche, die ich zu diesem Zweck bisher nicht ausgebeutet habe, sind alle an Rana esculenta angestellt. Zum Theil deshalb, mehr aber noch, weil ich mit Schelske gefunden habe, dass Rana temporaria viel mehr Kohlensäure erzeugt als der Wasserfrosch ***), haben Meier und Neukomm mit dem Grasfrosch ge-

---

*) Marchand, Journal für praktische Chemie, Bd. XXXIII, S. 152.

**) Regnault et Reiset Recherches chimiques sur la respiration des animaux des diverses classes, 3. serie, T. XXVI, p. 474—477.

***) Moleschott und Schelske, im ersten Bande dieser Zeitschrift, S. 12.

arbeitet. Es ist klar, dass hierdurch Unterschiede, wie sie durch verschiedene Einflüsse bedingt werden, mit grösserer Sicherheit gefunden werden müssen, und es dürfte daher in Zukunft bei allen ähnlichen Untersuchungen, sofern sie nicht auf beide Arten ausgedehnt werden, der Grasfrosch dem Wasserfrosche vorzuziehen sein.

Das Verfahren zur Bestimmung der Kohlensäure war dasselbe, welches ich früher angewandt und beschrieben habe*). Weil aber in der Stunde mehr Luft — statt 2,5 drei bis vier Liter — durchgezogen wurde, so war zur grösseren Sicherheit vor dem Froschbehälter ausser einer Woulf'schen Flasche mit verdünnter Kalilauge noch ein Liebig'scher Kugelapparat mit gleicher Flüssigkeit angebracht, und ebenso zwischen dem Froschbehälter und den zur Verdichtung der Kohlensäure bestimmten Vorrichtungen ausser der Woulf'schen Flasche auch noch ein Kugelapparat mit starker Schwefelsäure eingeschaltet. Ich hatte mich durch Vorversuche überzeugt, dass die äussere Luft kohlensäurefrei in den Froschbehälter und die Luft aus dem Froschbehälter vollkommen trocken in die Kali-Apparate anlangte.

Um willkürlich die Wärme in dem Froschbehälter, in den, wie immer, die Kugel eines Thermometers hineinragte, regeln zu können, stand derselbe in einem blechernen Gefäss, welches dreifache Wände hatte. Im inneren Raum befand sich der Froschbehälter, der durch einen blechernen Ring am Boden und durch einen blechernen Deckel, der seinen Hals umfasste, am Platz gehalten wurde. Dieser blecherne Deckel war nämlich der Länge nach getheilt, konnte als Schieber geöffnet und geschlossen werden, und in der Mitte des zweitheiligen Schiebers war jederseits ein Ausschnitt, so dass der Deckel, wenn er geschlossen war, genau dem Halse des Froschbehälters anlag. Dadurch wurde zunächst der Vortheil erreicht, dass alle Versuche im Dunkeln angestellt wurden, so dass die Wirkung der Wärme ohne Nebeneinfluss des Lichts beobachtet werden konnte. Zwischen der innersten Wand des Blechkastens und dem Froschglase war Wasser

*) Wittelshöfer's medicinische Wochenschrift, Jahrgang 1853, S. 161.

von verschiedenen Wärmegraden, und wenn es sich um die Hervorbringung sehr niederer Wärmegrade handelte, entweder schmelzendes Eis oder Kältemischungen von gleichen Theilen Salpeter und Salmiak mit Schnee. Sollte der Wärmegrad der Luft im Froschbehälter während der Versuchsdauer unter dem Gefrierpunkt bleiben, dann wurde etwa eine halbe Stunde vor Beginn des Versuchs mit Hülfe eines zweiten Aspirators Luft durch das Froschglas hindurchgeleitet, während dasselbe in der Kältemischung stand. Der Durchmesser der inneren Lichtung des Blechkastens übertraf den Durchmesser des Froschbehälters um 6 Centimeter. Der zweifache Hohlraum, der von der dreifachen Blechwand gebildet wurde, war mit Kohle ausgefüllt, um die Wärme, so weit es anging, gleichmässig zu erhalten. Jede der beiden Kohlenschichten war 2 Centimeter dick. Da es niemals darauf ankam, gerade einen ganz bestimmten Wärmegrad zu erzielen, so gelang es leicht, mit dieser Vorrichtung die Wärmeschwankungen in den erwünschten Grenzen zu halten.

Um ausser dem Nebeneinfluss des Lichts auch die störenden Nebenwirkungen der Individualität zu beseitigen, wurden zunächst Versuchsreihen an denselben Thieren gewonnen. Hierbei macht sich freilich ein anderer Nachtheil geltend, indem die Frösche, wenn sie in Gefangenschaft fasten, nach Marchand's Versuchen immer weniger Kohlensäure ausscheiden *). Allein auch diesem Uebelstande liess sich begegnen, indem die zur Vergleichung angestellten Versuche gleichmässig auf die Hungertage vertheilt wurden. Für die erste Reihe wurde dies dadurch erzielt, dass wenn an den ersten zwei Tagen der Versuch bei einem niederen Wärmegrad dem bei höherer Wärme voranging, an den beiden nächstkommenden Tagen diese Reihenfolge umgekehrt wurde, und so fort. Zu allen diesen Versuchen wurden Männchen verwendet.

Jeder Versuch dauerte eine Stunde. Die Wärme wurde von zehn zu zehn Minuten abgelesen. In den Tabellen sind aber ausser den Mittelwerthen nur die höchsten und niedersten Wärmegrade verzeichnet.

---

*) Marchand, Journal für praktische Chemie, Bd. XXXIII, S. 168—172.

Tabelle I.

Frosch A. Männchen von Rana temporaria, seit mehren Wochen gefangen.

Nummer des Versuchs.	Jahrestag.	Wärmegrenzen.	Mittlerer Wärmegrad.	Milligramm Kohlensäure für 100 Gramm in 24 Stunden.	Beobachter.
1	21. Januar 1857.	3°,6 bis 20°	7°,7	604	Meier
2	23. „ „	25 „ 28	26,6	462	Neukomm
3	24. „ „	21 „ 26	22,8	676	Meier
4	26. „ „	3 „ 8	4,3	647	Neukomm
5	28. „ „	2 „ 7,5	3,5	307	Meier
6	29. „ „	8,5 „ 16	11,9	404	Neukomm
7	31. „ „	31 „ 36	33,5	1376	Meier
8	3. Februar „	18,5 „ 21	19,8	416	Neukomm
9	4. „ „	1,8 „ 5	2,9	411	Meier
10	5. „ „	35 „ 40	38,7	1330	Neukomm

Während des zehnten Versuchs war der Frosch gestorben. Der hohe Werth für die Kohlensäure, der hierbei gefunden wurde, verdient Beachtung, da sich ein Gleiches an Fröschen, die während der Versuche starben, wiederholt ereignete. So fand ich bei einem Grasfrosch, der in blauem Licht athmete und am Ende des Versuchs todt war, bei einem Wärmegrad von 31,50 für 100 Gramm Körpergewicht in 24 Stunden 1203 Milligramm Kohlensäure, bei einem anderen bei 33°,50 für dieselben Einheiten der Zeit und des Gewichts 1269 Milligramm.

Theilen wir die Zahlen dieser ersten Tabelle in zwei Hälften, von denen die eine den niederen, die andere den höheren Wärmegraden entspricht, dann erhalten wir:

Tabelle II.

Niederer Wärmegrad.	Kohlensäure.	Höherer Wärmegrad.	Kohlensäure.
2,9	411	19,8	416
3,5	307	22,8	676
4,3	647	26,6	462
7,7	604	33,5	1376
11,9	404	38,7	1330
Mittel 6,05	475	28,16	852

Während sich also die Wärmemittel zu einander verhielten wie 1 : 4,65, verhielten sich die Kohlensäurewerthe wie 1 : 1,79, oder, wenn man den Versuch, während dessen der Frosch starb, nicht mit verwerthet, dann wird das erstere Verhältniss gleich 6,05 : 25,52 = 1 : 4,22, das letztere 475 : 732 = 1 : 1,54.

Bei den weiteren Versuchen wurde der Einfluss des Hungerns dadurch aufgehoben, dass in der einen Reihe die Wärmegrade täglich abnahmen, während sie in der anderen täglich wuchsen. Falls auch bei diesem Ausgleichungsverfahren der höheren Wärme die grössere Menge der Kohlensäure entsprach, so konnte unmöglich eine Wirkung der Wärme mit einer Folge des Fastens verwechselt werden.

Tabelle III.

Frosch B. Männchen von Rana temporaria, seit kurzem gefangen.

Nummer des Versuchs.	Jahrestag.	Wärmegrenzen.	Mittlerer Wärmegrad.	Milligramm Kohlensäure für 100 Gramm in 24 Stunden.	Beobachter.
11	14. Februar 1857	2^0 — 9^0	3,80	646	Meier
12	15. „ „	2,5 — 6	3,50	407	Meier
13	16. „ „	6,5 — 16	9,20	389	Neukomm
14	17. „ „	14 — 18	15,25	672	Neukomm
15	18. „ „	18 — 25	21,00	681	Meier
16	19. „ „	24,25 - 26,50	25,50	726	Neukomm
17	24. „ „	29,50 — 33	31,14	1001	Neukomm
18	25. „ „	33 — 37	35,28	2004	Neukomm

Während des achtzehnten Versuchs starb der Frosch, und wieder zeigt sich ein auffallend hoher Kohlensäuregehalt. Vergleichen wir dieses Ergebniss mit dem obigen Bericht (S. 319), dann drängt sich der Schluss auf, dass Frösche, die, während sie allem Anschein nach gesund sind, durch äussere Einflüsse — hier den hohen Wärmegrad — in kurzer Zeit zu Grunde gehen, während des Todeskampfs bedeutend mehr Kohlensäure ausscheiden als unter sonst ähnlichen Verhältnissen.

In der folgenden Tabelle sind die acht Versuche, die mit dem Frosche B angestellt wurden, nach den Wärmegraden in zwei Hälften getheilt.

Tabelle IV.

Niederer Wärmegrad.	Kohlensäure.	Höherer Wärmegrad.	Kohlensäure
3,5	407	21,00	681
3,8	646	25,50	726
9,2	389	31,14	1001
15,25	672	35,28	2004
Mittel 7,94	523	28,23	1103

Die Wärmemittel verhalten sich wie 7,94 : 28,23 = 1 : 3,55, die Kohlensäurewerthe wie 523 : 1103 = 1 : 2,11. Lässt man aber den achtzehnten Versuch ausser Rechnung, weil offenbar der Todeskampf mitbedingend auf die Kohlensäure einwirkt, dann wird das Verhältniss für die Wärmemittel 7,94 : 25,88 = 1 : 3,26, das für die Kohlensäurewerthe 523 : 808 = 1 : 1,54.

In der fünften Tabelle sind die Versuche zusammengestellt, die bei täglich sinkenden Wärmegraden ausgeführt wurden.

Tabelle V.

Frosch C. Männchen von Rana temporaria, seit kurzem gefangen.

Nummer des Versuchs.	Jahrestag.	Wärmegrenzen.	Mittlerer Wärmegrad.	Milligramm Kohlensäure für 100 Gramm in 24 Stunden.	Beobachter.
19	26. Februar 1857	29 — 34	31,80	1856	Neukomm
20	27. „ „	28 — 30	28,80	470	Neukomm
21	2. März „	22 — 25	23,50	402	Meier
22	3. „ „	17 — 20	18,07	498	Neukomm
23	4. „ „	14,50 — 16	14,80	124	Meier
24	6. „ „	12 — 14	12,86	578	Neukomm

Während des vierundzwanzigsten Versuches starb der Frosch, und wenn man den Kohlensäurewerth in diesem und im nächstvor-

hergehenden Versuch mit einander vergleicht, dann offenbart sich deutlich, dass der Todeskampf wieder eine vermehrte Kohlensäureausscheidung zur Folge gehabt hat.

Die sechste Tabelle vergleicht für den Frosch C die Kohlensäurewerthe bei den höheren und niederen Wärmegraden.

Tabelle VI.

Niederer Wärmegrad.	Kohlensäure.	Höherer Wärmegrad.	Kohlensäure.
12,86	578	23,5	402
14,80	124	28,8	470
18,07	948	31,8	1856
Mittel 15,24	400	28,03	909

Die Wärmegrade verhalten sich wie 15,24 : 28,03 = 1 : 1,84, die Kohlensäurewerthe wie 400 : 909 = 1 : 2,27, oder wenn der vierundzwanzigste Versuch unberücksichtigt bleibt, dann wird das Verhältniss für die Wärmegrade 16,43 : 28,03 = 1 : 1,71, das für die Kohlensäurewerthe 311 : 909 = 1 : 2,92.

Weil der dritte Frosch nur sechs Versuche bestanden hatte, wurde zur Ergänzung noch mit einem vierten eine Versuchsreihe bei abnehmender Wärme angestellt.

Tabelle VII.

Frosch D. Rana temporaria, seit kurzem eingefangen.

Nummer des Versuchs.	Jahrestag.	Wärmegrenzen.	Wärmemittel.	Milligramm Kohlensäure für 100 Gramm in 24 Stunden.	Beobachter.
25	10. März 1857	18,5 bis 20	19,20	438	Neukomm
26	11. „ „	7 „ 10	8,07	421	Neukomm
27	12. „ „	2 „ 6	3,10	314	Neukomm
28	13. „ „	−2,5 „ 6	0,70	328	Neukomm

Am Ende des achtundzwanzigsten Versuchs lag der Frosch todt im Behälter. Dass der Todeskampf hier keine erhöhte Kohlensäure-Ausscheidung mit sich geführt hat, dürfte nach der jetzt bereits gewonnenen Einsicht in den Einfluss der Wärme auf das Athmen, durch den niederen Wärmegrad (+ 0,7) zu erklären sein, welchem das Thier unterworfen war.

Wenn die vier Beobachtungen am vierten Frosch nach den Wärmegraden in zwei Hälften getheilt werden, dann erhält man die

Tabelle VIII.

Niedere Wärmegrade.	Kohlensäure.	Höhere Wärmegrade.	Kohlensäure.
0,7	328	8,07	421
3,1	314	19,20	438
Mittel 2,4	321	13,63	429

Hier verhalten sich also die Wärmemittel wie 2,4 : 13,63 = 1 : 5,68, die Kohlensäurewerthe wie 321 : 429 = 1 : 1,34.

Mit einem fünften Frosch wollte Neukomm eine Versuchsreihe bei wachsenden Wärmegraden beginnen, allein das Thier starb einige Stunden nach dem ersten Versuch, bei welchem die Wärmegrenzen zwischen -3^0 und -5^0 lagen, während das Wärmemittel $-4{,}32$ betrug. Auf 100 Gramm Körpergewicht in 24 Stunden zurückgeführt, lieferte der Frosch 101 Milligramm Kohlensäure. Das Thier kam ganz starr aus dem Behälter. Es wurde in kühles Wasser gesetzt und zeigte noch ein Paar Stunden lang schwache Bewegungen, starb aber noch am selben Tag.

Es wurde daher ein sechster Frosch in Arbeit genommen und dessen Kohlensäure-Ausscheidung bei wechselnden Wärmegraden gemessen. Die Ergebnisse sind in der neunten Tabelle verzeichnet.

Tabelle IX.

Frosch F. Männchen von Rana temporaria, seit kurzem eingefangen.

Nummer des Versuchs.	Jahrestag.	Wärme-grenzen.	Wärme-mittel.	Milligramm Kohlensäure für 100 Gramm in 24 Stunden.	Beobachter.
30	17. März 1857	28,5 bis 30	29,20	1097	Neukomm
31	18. „ „	9 „ 11,5	10,00	256	Neukomm
32	19. „ „	23,25 „ 24	23,50	480	Neukomm
33	21. „ „	3,5 „ 4	3,40	166	Neukomm
34	21. „ „	— 2 „ — 4	— 2,79	154	Neukomm

Vergleichen wir die zwei bei den höchsten Wärmegraden von diesem Frosch gelieferten Kohlensäuremengen mit den beiden Werthen, die den niedersten Wärmegraden entsprechen:

Tabelle X.

Niedere Wärmegrade.	Kohlensäure.	Höhere Wärmegrade.	Kohlensäure.
— 2,79	154	23,50	480
+ 3,40	166	29,20	1097
Mittel 0,30	160	26,35	788

dann finden wir das Verhältniss der Wärmegrade gleich 0,30 : 26,35 = 1 : 87,85, während sich die entsprechenden Kohlensäurenwerthe verhalten wie 160 : 788 = 1 : 4,92.

Stellen wir nun die Verhältnisse zwischen den Wärmegraden und die dazu gehörigen für die Kohlensäure, wie sie an denselben Einzelwesen der Rana temporaria gefunden wurden, übersichtlich zusammen, dann haben wir:

Tabelle XI.

	Verhältnisse der Wärmegrade.	Verhältnisse der Kohlensäure.
Erste Versuchsreihe	1 : 4,22	1 : 1,54
Zweite „	1 : 3,26	1 : 1,54
Dritte „	1 : 1,71	1 : 2,92
Vierte „	1 : 5,68	1 : 1,34
Fünfte „	1 : 87,85	1 : 4,92

Es leuchtet ein, dass alle Versuchsreihen übereinstimmend eine Vermehrung der für gleiche Gewichtseinheiten in gleicher Zeit ausgeschiedenen Kohlensäure durch den Einfluss höherer Wärmegrade ergeben. Da wir aber im Ganzen über 34 Versuche verfügen, welche bei Wärmegraden zwischen den Grenzen — 4,32 und + 38,7 angestellt sind, so dürfen wir wohl auch die an verschiedenen Einzelwesen gewonnenen Zahlen vereinigen, um zu sehen, wie weit der Einfluss der Wärme sich geltend macht. Zu dem Ende theilen wir die Kohlensäurewerthe in drei Gruppen, deren erste diejenige enthält, welche bei Wärmegraden unter + 1 gefunden wurden, die zweite diejenigen, welche sich auf die Wärmegrade zwischen + 1 und + 20 beziehen, die dritte endlich diejenigen, welche den Wärmegraden zwischen 20 und 40 entsprechen, wobei hervorzuheben ist, dass die Frösche jedesmal zu Grunde gingen, wenn die Wärme während des Versuchs über 40° stieg. Oft sogar sterben sie bei viel geringeren Wärmegraden, wie mich früher angestellte Versuche gelehrt haben.

Tabelle XII.

Uebersicht der 34 Versuche an Rana temporaria.

Niederste Wärmegrade.		Mittlere Wärmegrade.		Höchste Wärmegrade.	
Wärmegrad.	Kohlensäure.	Wärmegrad.	Kohlensäure.	Wärmegrad.	Kohlensäure.
— 4,14	101	2,90	411	21,00	681
— 2,79	154	3,10	314	22,80	676
+ 0,70	328	3,40	166	23,50	402
		3,50	307	23,50	480
		3,50	407	25,50	726
		3,80	646	28,60	462
		4,30	647	28,80	470
		7,70	604	29,20	1097
		8,07	421	31,14	1001
		9,20	389	31,80	1856
		10,00	256	33,50	1376
		11,90	404	35,28	2004
		12,86	578	38,70	1330
		14,80	124		
		15,25	672		
		18,07	498		
		19,20	438		
		19,80	416		
Mittel — 2,08	194	9,52	428	28,72	966

Bezeichnen wir den Wärmegrad — 2,08 als + 1, dann müssen wir auch zu den beiden anderen Wärmemitteln + 2,08 hinzuzählen, um die drei Werthe mit einander zu vergleichen. Wir finden dann, dass sich die Wärmemittel zu einander verhalten wie 1 : 12,6 : 31,8, und die entsprechenden Kohlensäurewerthe wie 1 : 2,21 : 4,98. Es ergiebt sich also, dass der Grasfrosch bei den höchsten Wärmegraden, die er ohne Gefährdung seines Lebens ertragen kann, beinahe fünf Mal so viel Kohlensäure liefert, als unter dem Eispunkt.

Während die Wärmemittel sich zu einander verhalten wie 17,76 : 21,70 = 1 : 1,22, verhalten sich die Kohlensäurewerthe wie 489 : 543 = 1 : 1,11.

Bei den Versuchen, die im Licht angestellt wurden, habe ich die Lichtstärke durch den Grad der Schwärzung gemessen, den mit Chlorsilber geschwängerte Papierstreifen in fünf Minuten während der Versuche annehmen. Ich habe das Verfahren a. a. O. S. 683 genauer beschrieben. Hier will ich deshalb nur daran erinnern, dass der schwächste Lichtgrad auf meiner Skala, die der Maler Schall in Berlin angefertigt hatte, mit I, der höchste Lichtgrad mit XX bezeichnet ist. Zur Beurtheilung der Wirkung der Wärme habe ich die Versuche nur dann benützt, wenn mindestens acht derselben bei gleicher Lichtstärke ausgeführt waren. Mit dieser Einschränkung sind von den Versuchen, die an unversehrten Thieren von mir angestellt sind, 76 zur Vergleichung brauchbar, eine Zahl, die gewiss nicht zu klein ist, da sie nur zur Ergänzung mehrer anderer Versuchsreihen dient. Die Versuche beziehen sich auf die Lichtgrade I, II, III, V, VI, VII und sollen in den nun folgenden Tabellen mitgetheilt werden.

Tabelle XIV.

Versuche an Rana esculenta bei Lichtgrad I.

Niedere Wärmegrade.		Höhere Wärmegrade.	
Wärmegrad.	Kohlensäure.	Wärmegrad.	Kohlensäure.
16,25	368	19,25	560
17,50	285	20,00	540
18,00	395	20,50	368
18,00	303	20,50	382
Mittel 17,44	338	20,06	462

Tabelle XV.

Versuche an Rana esculenta bei Lichtgrad II.

Niedere Wärmegrade.		Höhere Wärmegrade.	
Wärmegrad.	Kohlensäure.	Wärmegrad.	Kohlensäure.
19,25	471	20,50	563
19,25	519	21,00	440
19,25	643	24,50	702
19,50	473	24,50	653
Mittel 19,31	526	22,62	589

Tabelle XVI.

Versuche an Rana esculenta bei Lichtgrad III.

16,25	357	19,50	612
17,50	343	19,50	530
17,75	591	20,50	509
18,00	371	21,50	630
18,50	662	22,25	644
19,00	628	24,50	644
19,25	484	26,00	450
Mittel 18,03	491	21,96	574

Tabelle XVII.

Versuche an Rana esculenta bei Lichtgrad V.

15,00	538	23,25	637
19,75	501	23,75	455
20,00	557	24,00	559
20,25	520	24,50	641
20,50	682	24,75	561
21,25	370	24,75	696
21,50	739	25,00	559
22,75	724	27,75	907
20,12	579	24,72	627

Tabelle XVIII.

Versuche an Rana esculenta bei Lichtgrad VI.

Niedere Wärmegrade.		Höhere Wärmegrade.	
Wärmegrad.	Kohlensäure.	Wärmegrad.	Kohlensäure.
16,50	465	23,00	665
16,50	346	23,00	654
17,00	370	23,25	713
17,50	425	23,50	591
20,00	310	24,50	769
20,25	725	24,75	835
21,00	858	25,50	652
22,25	640	26,00	622
22,50	773	26,50	617
Mittel 19,27	546	24,44	680

Tabelle XIX.

Versuche an Rana esculenta bei Lichtgrad VII.

15,50	406	25,50	478
17,00	693	25,50	558
17,50	454	25,75	855
22,75	707	26,50	550
23,25	411	27,00	803
25,00	1023	30,00	876
Mittel 20,16	616	26,71	687

Alle diese Versuchsreihen bestätigen also, dass bei gleichen Beleuchtungszuständen auch für den Wasserfrosch die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure mit dem Wärmegrad wächst. Die folgende Tabelle stellt zur Erleichterung der Uebersicht die Verhältnisse der Mittelwerthe zusammen.

Tabelle XX.

Verhältnisse der Mittelwerthe, wie sie für Rana esculenta im Licht gefunden wurden.

Lichtgrad.	Verhältnisse der Wärmemittel.	Verhältnisse der Mittelwerthe für die Kohlensäure.
I	17,44 : 20,06 = 1 : 1,15	338 : 462 = 1 : 1,36
II	19,31 : 22,26 = 1 : 1,15	526 : 589 = 1 : 1,12
III	18,03 : 21,96 = 1 : 1,22	491 : 574 = 1 : 1,16
V	20,12 : 24,72 = 1 : 1,23	579 : 627 = 1 : 1,08
VI	19,27 : 24,44 = 1 : 1,27	546 : 680 = 1 : 1,24
VII	20,16 : 26,71 = 1 ; 1,32	616 : 687 = 1 : 1,11
Mittel aus allen Versuchen im Licht	18,69 : 23,14 = 1 : 1,24	516 : 602 = 1 : 1,17

Für einen mittleren Wärmeunterschied von 4,5 Grad ergiebt sich also ein Unterschied in der Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure von 0,17. Bei Rana temporaria sehen wir bei einer um 31° höher liegenden Wärme die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure um das Fünffache zunehmen. Es geht hieraus hervor, dass die äussersten Wärmegrade nach unten und nach oben einen viel tiefer eingreifenden Einfluss auf die Entwickelung der Kohlensäure ausüben, als man nach der Grösse des Unterschieds in den Kohlensäurewerthen für einen kleineren Zwischenraum bei mittleren Wärmegraden erwarten sollte.

Als sicheres Ergebniss unserer 164 Versuche am Grasfrosch und am Wasserfrosch stellt sich heraus, dass — bei gleicher Stärke der Beleuchtung — vom Eispunkt bis zu einer mittleren Wärme von nahezu 30° die Kohlensäureausscheidung, auf gleiche Zeiteinheiten und gleiches Körpergewicht bezogen, beträchtlich zunimmt.

Es fragt sich nun, ob dieses Ergebniss mit den Erfahrungen anderer Forscher übereinstimmt. Dass ein Vergleich unserer 164 Versuche mit den 5 Versuchen Marchand's unstatthaft wäre, ist be-

reits im Eingang dieses Aufsatzes hervorgehoben worden. Ebenso wenig dürfen wir von den vier Versuchen Regnault's und Reiset's, für welche der Wärmegrad angegeben ist, eine Unterstützung unseres Befunds entnehmen. Auch für andere Amphibien sind mir keine Untersuchungen bekannt, welche über unseren Gegenstand Aufschluss geben könnten. Zwar haben Regnault und Reiset drei Versuche an Eidechsen angestellt, in welchen grossen Wärmeunterschieden grosse Unterschiede in den Kohlensäurewerthen in unserem Sinne entsprechen. Sie fanden für 100 Gramm Körpergewicht in 24 Stunden:

im ersten Versuch bei	7°,3	60	Milligramm	Kohlensäure,	
im zweiten „ „	14,8	153	„	„	
im dritten „ „	23,4	475	„	„	*).

Allein abgesehen davon, dass der Einfluss des Lichts nicht beseitigt war, schliefen die erstarrten Thiere während des ersten Versuchs, während des zweiten waren sie halb und während des dritten vollständig erwacht. Es fehlt also die so wesentliche Gleichheit der übrigen Bedingungen, sonst würden, bei der Grösse der Unterschiede, selbst diese drei Versuche zu Gunsten der durch die Wärme erzeugten Vermehrung der ausgeschiedenen Kohlensäure angeführt werden können. Die Versuche von Schelske und mir an verschiedenen Batrachiern, die im ersten Bande dieser Zeitschrift mitgetheilt sind, lassen sich hier nicht verwerthen, theils weil die Thiere dem Licht ausgesetzt waren, theils weil im Verhältniss zur Zahl der Versuche die Wärmegrade, bei welchen sie angestellt wurden, nicht weit genug aus einander lagen.

Wir können daher unseren Befund bei den Fröschen nur mit den Ergebnissen, die an anderen Thieren gewonnen sind, vergleichen. Spallanzani fand, dass die Waldschnecken (Helix nemoralis) Sauerstoffgas in abgeschlossenem Raum desto schneller verzehrten und dem entsprechend desto schneller darin zu Grunde gingen, je höher der Wärmegrad war, bei dem das Athmen vor sich ging.

*) Regnault und Reiset, a. a. O. S. 481, 482.

Diese Beobachtungen wurden an Helix vivipara bestätigt *). Ein möglicher Einfluss des Lichts ist freilich bei diesen Versuchen ebenso wenig berücksichtigt, wie in denjenigen, welche später Treviranus angestellt hat. Treviranus fand, dass Gartenschnecken (Helix hortensis), wenn die Kohlensäure, welche sie bei 14°,4 bis 18°,7 ausscheiden, als Einheit gesetzt wird, bei 16°,9 bis 20 Grad 1,5 Kohlensäure liefern. Honigbienen schieden nach demselben Forscher bei 27°,5 fast dreimal so viel Kohlensäure aus als bei 14°,4; im ersteren Falle waren jedoch die Thiere dem Sonnenlicht ausgesetzt und bewegten sich heftig. Steinhummeln (Bombus lapidarius) hauchten bei 18°,7 sogar 5,5 Mal so viel Kohlensäure aus als bei 15°,6, Erdhummeln (Bombus terrestris) bei 17°,5 bis 28°,7 acht Mal so viel als bei 11°,2 bis 15°. Für die Hummeln fand demnach Treviranus bei Wärmeunterschieden von 3 bis 14° einen viel grösseren Unterschied in den Mengen der ausgeschiedenen Kohlensäure als wir bei Fröschen im Bereich der Wärmegrenzen gefunden haben, die überhaupt möglich sind. Kleiner war der Unterschied für Libellen. Bei 18°,1 bis 20°,6 und bei 20°,6 bis 21°,2 verhielten sich die Kohlensäuremengen für Libellula depressa wie 33 : 37 = 1 : 1,12 **). Endlich hat Saissy bei winterschlafenden Säugethieren gleichfalls mit der Zunahme des Wärmegrads eine Vermehrung des verzehrten Sauerstoffs gefunden. „Saissy zeigte, dass die Oxygenabsorption bei 7° C. Luftwärme im Vergleiche zu höheren Temperaturen bei Winterschläfern sich folgendermassen verhält:

Fledermaus 1 : 5,7
Igel 1 : 3,1
Murmelthier und Haselmaus 1 : 1,5" ***).

*) Spallanzani in dem neuen allgemeinen Journal der Chemie von Gehlen, Bd. III, S. 378, 390.

**) G. R. Treviranus in der Zeitschrift für Physiologie von Tiedemann, G. R. Treviranus und L. C. Treviranus, Bd. IV, S. 23. Die Wärmegrade sind hier wie in dem ganzen Aufsatz auf die hundertgradige Eintheilung zu beziehen.

***) Ich habe die Zahlen, welche sich auf die winterschlafenden Säugethiere beziehen, aus Vierordt's Artikel Respiration in R. Wagner's Handwörter-

Auf die Frösche wirken demnach, was die Ausscheidung der Kohlensäure betrifft, verschiedene Wärmegrade in demselben Sinne, wie bei Schnecken, Insekten und winterschlafenden Säugethieren.

Ganz anders verhalten sich die warmblütigen Thiere mit Ausnahme der Winterschläfer. Letellier, dessen Arbeit den Vorzug hat, dass sie bis zu den äussersten Wärmegrenzen vordrang, fand folgende Zahlen für die Kohlensäure, welche in einer Stunde von Vögeln und Säugethieren bei verschiedenen Wärmegraden geliefert wurden:

	in der Nähe des Eispunkts.	bei 15 bis 20°.	bei 30 bis 40°.
	Gramm.	Gramm.	Gramm.
Für einen Zeisig . . .	0,325	0,250	0,129
„ eine Turteltaube . .	0,974	0,684	0,366
„ zwei Mäuse	0,531	0,498	0,268
„ ein Meerschweinchen	3,006	2,080	1,453.

Die Säugethiere lieferten also in der Nähe des Eispunkts doppelt so viel Kohlensäure als zwischen 30 und 40°, die Vögel sogar beinahe dreimal so viel *). Wenn der Wärmegrad über 40 stieg, gingen die Thiere rasch zu Grunde. Regnault und Reiset fanden einmal bei einem Huhn, dass es bei 16° in der Stunde 2,28 Gramm Sauerstoff verzehrte, dagegen 2,65 Gramm, als der Behälter, in dem das Thier sich befand, von schmelzendem Eis umgeben war **). Ein anderes Mal fanden sie bei einem Hund das Gegentheil; bei 15° verzehrte das Thier in der Stunde 9,16 Gramm Sauerstoff, und als schmelzendes Eis den Behälter umgab, nur 8,06 Gramm. Regnault und Reiset meinen, dieser Unterschied sei dadurch zu erklären, dass sich der Hund während des Versuchs bei höherer Wärme viel mehr

---

buch der Physiologie, Bd. II, S. 877 entnommen, weil mir Saissy's Abhandlung nicht zur Hand ist.

*) Letellier, in den Comptes Rendus de l'Académie des sciences, T. XX, p. 798.

**) Regnault und Reiset, Annales de chimie et de physique, 3. série, T. XXVI, p. 395.

bewegt habe, als im anderen Fall *). Daraus möchte wohl nur so viel zu entnehmen sein, dass einige wenige Versuche über derartige Fragen keinen Aufschluss ertheilen. Lehmann hat bei Vögeln einige Versuche zwischen 0° und 37 Grad angestellt, deren Ergebniss mit dem von Letellier übereinstimmt. 100 Gramm Körpergewicht lieferten in 24 Stunden für

Feldtauben		Zeisige	
bei 0°	25,051 Grm. Kohlensäure	bei 0°	17,424 Grm. Kohlensäure,
„ 24°	14,532 „ „	„ 17°,5	13,630 „ „
„ 37°	11,256 „ „	„ 37°,5	7,728 „ „

Es wurde also bei 0° reichlich doppelt so viel Kohlensäure ausgeschieden als bei 37°. Diese Versuche waren aber in trockener Luft angestellt. In feuchter Luft wurde bei höherer Wärme mehr Kohlensäure geliefert als bei niederer, und zwar von 100 Gramm Körpergewicht in 24 Stunden

für die Feldtauben		für die Zeisige	
bei 23°	16,246 Grm Kohlensäure	bei 17°,5	12,842 Grm. Kohlensäure
„ 37°	18,624 „ „	„ 37,5	16,442 „ „ **).

In feuchtwarmer Luft fand Lehmann die Athemzüge im Einklang mit den höheren Kohlensäurewerthen viel häufiger als in trockener Luft.

Lassen wir die wenigen Versuche, welche Lehmann in feuchter Luft anstellte, unberücksichtigt, dann finden wir nach den übereinstimmenden Ergebnissen von Letellier und Lehmann, dass höhere Wärmegrade die Kohlensäure-Ausscheidung bei Vögeln und Säugethieren, mit Ausnahme der Winterschläfer, bedeutend herab-

---

*) Regnault und Reiset, ebendaselbst, p. 397. „On ne peut cependant rien en conclure", sagen sie, „parce que l'activité de la respiration varie beaucoup pour le même individu, surtout avec le mouvement qu'il se donne, et nous avons remarqué que l'animal s'est beaucoup plus agité dans la première expérience que dans les suivantes."

**) Vgl. Lehmann, Lehrbuch der physiologischen Chemie, 2. Auflage 1853, S. 303, 304.

setzen, eine Thatsache, welche durch die gediegenen und umfassenden Untersuchungen Vierordt's für den Menschen über jeden Zweifel hinausgehoben ist. Vierordt fand, auf viele Hunderte von Beobachtungen gestützt, dass er in höherer Wärme seltener athmete, dass die Menge der ausgeathmeten Luft und die der darin enthaltenen Kohlensäure geringer war, als bei niederen Wärmegraden, so zwar, dass sich die ausgeschiedenen Kohlensäuremengen bei Wärmemitteln von $8^0,47$ und $19^0,40$ zu einander verhielten wie 1,16 : 1*).

So wie die Sachen also jetzt liegen, findet hinsichtlich des Einflusses der Wärme auf die Kohlensäure-Ausscheidung zwischen den wirbellosen Thieren, den kaltblütigen Wirbelthieren und den Winterschläfern einerseits und den warmblütigen Wirbelthieren mit Inbegriff des Menschen andererseits ein wesentlicher Unterschied statt. Bei jenen nimmt die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure mit dem Wärmegrad zu, während sie umgekehrt bei den letzteren sinkt, wenn die Wärme steigt.

Es ist indess klar, dass hier nicht etwa dieselbe Sache durch den gleichen Einfluss in verschiedener Weise geändert wird. Der Mensch und die warmblütigen Thiere zeichnen sich vor allen kaltblütigen wesentlich dadurch aus, dass der Wärmegrad ihres Körpers, wenn man von sehr unbedeutenden Schwankungen absieht, beständig ist, während der Wärmegrad der kaltblütigen Thiere in hohem Grade abhängig ist von der Wärme der Umgebung. Bei den letzteren wird also, wenn der Wärmegrad der Umgebung zunimmt, der Körper bis in seine tieferen Theile allmälig erwärmt werden, und es ist von vornherein denkbar, dass in dem erwärmten Körper der Stoffwechsel rascher vollzogen wird, als es bei niederen Wärmegraden der Fall gewesen wäre. Die vermehrte Kohlensäure-Ausscheidung ist eine unmittelbare Folge dieses beschleunigten Stoffwechsels. Bei den warmblütigen Thieren, d. h. bei denjenigen, die einen beständigen Wärmegrad zeigen, werden bei höheren Wärmegraden zunächst die Athembewegungen geschwächt, die Athemzüge werden seltener, die Menge

*) Vierordt, Physiologie des Athmens, S. 79.

der ausgeathmeten Luft wird geringer. Es treten also geringere Mengen atmosphärischer Luft mit der kohlensäure-reicheren Luft der Lungen in Wechselwirkung, die Gasdiffusion in den Lungen wird beschränkt, es wird bei höheren Wärmegraden weniger Kohlensäure ausgeathmet. Umgekehrt ist in der Kälte das Athmen beschleunigt, die Menge der in der Zeiteinheit ausgeathmeten Luft wird grösser, und es wird mehr Kohlensäure ausgehaucht. Diese Steigerung der Athmungsvorgänge würde aber bald ihr Endziel erreichen, wenn nicht bei andauernder Kälte das vermehrte Nahrungsbedürfniss dem eingeathmeten Sauerstoff vermehrten Brennstoff zuführte.

Der Einfluss des Spiels der Athembewegungen fällt weg für denjenigen Theil des Gaswechsels, der nicht in den Lungen, sondern an der Oberfläche der Haut zu Stande kommt. Vielseitige Erfahrungen sprechen aber dafür, dass bei den Amphibien ein unverhältnissmässig grosser Theil der ausgeschiedenen Kohlensäure nicht von den Lungen, sondern von der Haut geliefert wird. Nach De la Cepède soll eine Schildkröte mit zerfetzter Lunge und unterbundener Lungenarterie noch vier Tage gelebt haben*). In Johannes Müller's Versuchen lebten Frösche mit unterbundenen und ausgeschnittenen Lungen etwa dreissig Stunden, „wahrscheinlich durch Athmen mit der Haut" **). Aehnliche Erfahrungen haben Donders und Bauduin gemacht***). In den Versuchen von Regnault und Reiset endlich athmeten Frösche, denen Bernard die Lungen ausgeschnitten hatte, immer noch reichlich die Hälfte von der Kohlensäuremenge aus, die von unversehrten Thieren geliefert ward †). Wenn aber alle diese Beobachtungen dafür sprechen, dass bei den Amphibien, zumal bei den Fröschen, die Haut als Athemwerkzeug noch wichtiger ist als die

*) Georg Forster's sämmtliche Schriften, Bd. V, S. 337.

**) Johannes Müller's Handbuch der Physiologie des Menschen, vierte Auflage, Bd. I, S. 228.

***) Donders en Bauduin, Handleiding tot de natuurkunde van den gezonden mensch, 1851, Deel I, p. 239.

†) Regnault und Reiset, a. a. O. p. 474—478, 480.

Tabelle XXII.

Versuche an Rana esculenta beim Wärmegrad 18,50 bis 19,50.

Niedere Lichtgrade.			Höhere Lichtgrade.		
Lichtgrad.	Wärmegrad.	Kohlensäure.	Lichtgrad.	Wärmegrad.	Kohlensäure.
I	19,25	560	III	18,50	662
II	19,25	519	III	19,00	628
II	19,25	643	III	19,25	484
II	19,25	471	III	19,50	530
II	19,50	473	III	19,50	612
			IV	18,75	507
			IX	18,75	680
Mittel II	19,30	533	IV	19,02	586

Tabelle XXIII.

Versuche an Rana esculenta beim Wärmegrad 20 bis 21.

I	20,00	540	V	20,00	557
I	20,25	382	V	20,25	520
I	20,50	368	V	20,50	682
II	20,50	563	VI	20,00	310
II	21,00	440	VI	20,25	725
III	20,50	509	VIII	20,00	384
Mittel II	20,46	467	VI	20,13	530

Tabelle XXIV.

Versuche an Rana esculenta beim Wärmegrad 23 bis 25.

Niedere Lichtgrade.			Höhere Lichtgrade.		
Lichtgrad.	Wärmegrad.	Kohlensäure.	Lichtgrad.	Wärmegrad.	Kohlensäure.
I	23,50	753	VI	23,50	591
II	24,50	702	VI	24,50	769
II	24,50	653	VI	24,75	835
III	24,50	644	VI	23,25	713
IV	24,50	635	VI	23,00	654
V	23,25	637	VI	23,00	665
V	23,75	455	VI	23,00	703
V	24,00	559	VII	23,25	411
V	24,50	641	VII	25,00	956
V	25,00	559	VII	25,00	1023
V	23,00	834	XVII	24,00	896
Mittel IV	24,09	643	VII	23,84	747

Tabelle XXV.

Uebersicht der Verhältnisse zwischen den Mittelwerthen der Kohlensäure bei gleichem Wärmegrad und verschiedener Lichtstärke.

Wärmegrad.	Verhältnisse der Lichtgrade.	Verhältnisse der Kohlensäurewerthe.
17,59	II : VI = 1 : 3	381 : 447 = 1 : 1,17
19,16	II : IV = 1 : 2	533 : 586 = 1 : 1,09
20,30	II : VI = 1 : 2	467 : 530 = 1 : 1,13
23,96	IV : VII = 1 : 1,75	643 : 747 = 1 : 1,16
Mittelwerthe aus allen Versuchen bei gleichen Wärmegraden . . . 20,96	2,6 : 5,96 = 1 : 2,3	529 : 615 = 1 : 1,16

Wenn also die hier zu Grunde gelegten Lichtgrade sich zu einander verhalten wie 1 : 2,3, dann findet für die auf gleiche Einheiten der Zeit und des Gewichts bezogenen Kohlensäuremengen ein Unterschied von beinahe einem Sechstel statt.

Es folgt demnach aus diesen Untersuchungen, dass die Frösche bei höheren Wärmegraden, unabhängig vom Licht, und bei stärkerer Beleuchtung, unabhängig von der Wärme, eine grössere Menge von Kohlensäure ausscheiden, als bei niederen Wärmegraden oder schwacher Beleuchtung der Fall ist. Eine genaue Vergleichung des Lichts und der Wärme hinsichtlich der Stärke der Einwirkung lässt sich nicht anstellen, weil bei gleicher Wärme die Unterschiede der Beleuchtung nicht so gross waren, wie die Unterschiede des Wärmegrads, bei denen wir den Einfluss des Lichts ganz beseitigen konnten.

Zürich, 23. April 1857.

XVII.

Ueber die Rolle des pankreatischen Saftes und der Galle bei Aufnahme der Fette.

Von

Moritz Schiff.

Bernard betrachtet bekanntlich den pankreatischen Saft als den ausschliesslichen und alleinigen Vermittler der Fettaufnahme aus dem Darmkanal, und stützt diese Ansicht sowohl auf verschiedene Versuchsreihen als auf pathologische Beobachtungen. Der Werth und die Beweiskraft der hierher gehörigen Versuche ist seit ihrer Veröffentlichung von vielen Forschern, und darunter fast alle deutschen Physiologen, bestritten und angegriffen worden, und wenn auch die Versuche, auf welche Bernard's Gegner sich stützen, von sehr ungleichem Werthe sind, so sind viele derselben, und besonders die an Kaninchen angestellten, von so bestimmten Erfolgen begleitet gewesen, dass sie die Lehre Bernard's mächtig erschüttert haben und ihr Urheber selbst genöthigt gewesen ist, in neuerer Zeit einen Theil seiner Beweisgründe, die sich auf die genannte Thierspecies insbesondere beziehen, ganz fallen zu lassen, und manche andere seiner Behauptungen durch eigenthümliche Spitzfindigkeiten zu vertheidigen.

Es ist hier meine Absicht nicht, eine Kritik dieser Versuche zu geben, deren Zahl, bei dem Interesse, welches man jetzt der Sache zuwendet, fast noch täglich durch neue vermehrt wird. Ich bemerke nur, dass ich die Versuche von Herbst an Kaninchen wiederholt und vollständig bestätigt gefunden habe, dass bei diesen Thieren nach Unterbindung des pankreatischen Ganges noch reichlich Fett in die Lymphgefässe aufgenommen wird. Diese Versuche scheinen mir beweisender, als die an vielen anderen Säugethieren,

weil hier gewiss kein supplementärer Ausführungsgang des Pankreas besteht, welcher dem Beobachter etwa entgehen könnte*).

Je unsicherer die experimentelle Basis für die Bernard'sche Lehre wird, mit um so grösserem Nachdruck stützen sich die Vertheidiger derselben auf die zu ihren Gunsten sprechenden pathologischen Beobachtungen, und es ist auffallend, dass bei dem übergrossen, fast an's Persönliche grenzenden Eifer, mit dem man die neue Lehre verfolgte, Bernard's Anhänger unangefochten stets dieselben Krankengeschichten in den verschiedensten Schriften wiederholen, so dass es in der That den Anschein hat, als seien in der medicinischen Literatur keine Beobachtungen von Krankheiten und völliger Desorganisation des Pankreas zu finden, in denen die von Bernard als „nothwendige Folgen" angesehenen Erscheinungen, wie Fettentleerung mit den Excrementen, grosse Abmagerung und Schwinden alles Fettes bei längerer Dauer der Krankheit nicht eingetreten wären.

Allerdings wäre es nicht auffallend und noch weniger als Beweis für eine bestimmte digestive Function anzusehen, wenn überhaupt Krankheiten in der Bauchhöhle, die fast nie ein Organ ganz isolirt angreifen, in allen Fällen die tiefsten Störungen in der Ernährung nach sich gezogen hätten. Die Pathologie kann also auch hier keinen physiologischen Satz positiv begründen, hier aber, wie überall, darf und muss die Pathologie von ihrem Veto Gebrauch machen, wenn sie bestimmte Thatsachen besitzt, die mit einem physiologischen Theorem in directem Widerspruch stehen; und ich will zeigen, dass es allerdings einige pathologische Beobachtungen giebt, die mit den Behauptungen von Bernard schwer zu vereinigen sind. Die Fragen, um die es sich handelt, sind: 1) Ist es wahr, dass bei Krankheiten des Pankreas, welche so lange andauern, dass bei Mangel aller Fettzufuhr alles Fett aus dem Körper verschwinden muss, nie grössere Fettansammlungen im Körper beobachtet worden sind?

*) Es ist mir gelungen Raben und Tauben einige Zeit nach Herausnahme des ganzen Pankreas lebend zu erhalten. Die Verdauung schien nicht wesentlich gestört und nach dem Tode fand ich mit Fettkügelchen erfüllte Epithelialzellen. Ich werde das Ausführliche später mittheilen.

2) Sind die Fettentleerungen mit den Excrementen vorzüglich bei Leiden des Pankreas und bei diesen besonders häufig gesehen worden?

Claessen, dessen fleissige Monographie (Die Krankheiten der Bauchspeicheldrüse, Köln 1842) als ein Repertorium für die Pathologie des Pankreas betrachtet werden kann, bestätigt Pemberton's Bemerkung, dass die meisten der am Pankreas Erkrankten auffallend abmagern. Manche Patienten seien bis zum Skelett geschwunden gewesen; bei andern, sagt er, wird jedoch Magerkeit nicht erwähnt und manche Beobachtungen zeigen bei ganz geschwundenem Pankreas auffallende Fettleibigkeit. So der Fall von Casper, von Greiselius, von Abercrombie. Ich werde diese Fälle sogleich mit einigen andern in chronologischer Ordnung aufführen.

Greiselius (Miscell. natur. curios. Decas I. Ann. III. Observ. 45 — mir nur nach Claessen bekannt) erzählt: ein sehr beleibter Mann von 42 Jahren, der häufig an Kolikanfallen gelitten, starb nach einem heftigen derartigen Anfall von 18stündiger Dauer. Die Section zeigte enorme Fettmassen im Unterleib und im ganzen Körper, so dass nur 8 bis 10 Pfund Muskeln vorhanden waren. Das Pankreas war völlig brandig (sphacelatum), es hatte alle umgebenden Theile angesteckt und das Zwerchfell durchbohrt. Die linke Lunge war wie von Phthisis zerstört.

De Haen (Opusc. I. pag. 217) sah einen Mann von 53 Jahren, der wegen seiner Gefrässigkeit auffiel und seit mehren Jahren hie und da über Schmerzen in der Magengegend klagte, die seit zwei Jahren sich häufiger einstellten, bis er in einem Anfalle krampthaften Hustens starb. Die Section zeigte unter der Haut eine fingerdicke Fettschwarte. Die Milz war um das Dreifache vergrössert. Leber etwas härter als gewöhnlich. Das Pankreas in seinem ganzen Umfange zu mehren grösseren und kleineren Skirrhen entartet, die, wie eben so viele conglobirte Drüsen, durch eine nur membranöse Zwischensubstanz unter sich zusammenhingen.

Abercrombie (Edinb. Journal 1824, April, p. 250) fand bei einer Frau, die ein Jahr lang an häufigem Erbrechen und Unbehagen in der Magengegend litt, keine Abmagerung. Die Bauchdecken

enthielten sogar eine zwei Zoll dicke Fettlage. Das Pankreas skirrhös verhärtet ohne starke Vergrösserung.

Becourt (Recherches sur le pancreas, ses fonctions et ses alterations organiques, Strassbourg 1830, p. 60) bemerkte an einem Manne, der seit mehren Monaten über Appetitlosigkeit und Schmerzen in der Magengegend klagte, eine 8 Zoll lange und 3 Zoll breite Geschwulst, die nach aussen vortretend, sich von dem linken Hypochondrium zur Lebergegend erstreckte, und die sich bei der Sektion als eine Fettansammlung im Peritoneum auswies. Sie war mit dem linken Leberlappen verwachsen, der gänzlich in eine hornartige Masse umgewandelt war. Das Pankreas wog 7½ Unzen und war nur am Kopfe gesund, in der Mitte skirrhös und am linken Ende in Fett umgewandelt.

Dawidoff (De morbis pancreatis observ. quaedam, Dorpat 1833, p. 9). Ein robuster Mann litt ohne vorhergegangene Krankheit im December 1829 an sogenannten rheumatischen Schmerzen in verschiedenen Theilen, die sich im April 1830 in der Magengegend fixirten. Im September wurden die Schmerzen stärker und er starb am 8. October. Auf den Bauchmuskeln lag eine bedeutende Fettschichte, zwischen Colon und Milz alte Adhäsionen. Duodenum etwas geröthet. Das ganze Pankreas war in einer knolligen skirrhösen Entartung untergegangen und war mit Bauchfell und Magen verwachsen. Es war sehr hart, war bis zu einer mehr kugligen Gestalt und zur Dicke von 4 Zoll im Durchmesser angeschwollen. Die Schnittfläche zeigte unter der Lupe eine homogene harte weisse speckige Fläche, aus der eitrige Flüssigkeit quoll.

Bright (im 18. Bd. der medico-chirurg. Transact.) sah bei einer der Kranken, die mit dem Stuhle die sogleich zu besprechenden fettartigen Massen entleerte, nur eine mässige Abmagerung und in den Bauchdecken noch beträchtliche Fettmassen. Der Kopf des Pankreas von der Grösse eines Hühnereies, fast knorpelhart; auch der übrige Theil des Pankreas war, aber in geringerem Grade, verhärtet, gekochtem Kuheuter ähnlich. Die Gallenentleerung war hier sehr erschwert (Bright selbst betrachtet sie als völlig ver-

hindert), die Kranke litt seit 17 Jahren an häufigem Aufstossen und Erbrechen.

Casper (Wochenschrift 1836, p. 439) erzählt, dass ein vorher ganz gesunder Mann am 11. Juli erkrankte und am 13. starb. Er war nicht sehr wohlbeleibt, jedoch fand Froriep an Netz und Mesenterium unerwartet viel Fett. Alle Organe waren normal, das Pankreas aber sehr vergrössert, so dass es an seinem Kopf eine gute halbe Mannsfaust breit war. Es war sehr mit Blut infiltrirt, ganz verhärtet und sein Gewebe war ganz unkenntlich geworden. Durch die Anschwellung hatte die Drüse statt einer länglichen eine kugelrunde Gestalt bekommen.

Rokitansky endlich sagt im dritten Bande seiner pathologischen Anatomie, p. 396, dass die übermässige Fettbildung im Pankreas, die endlich in eine Umwandlung desselben in einen Fettlappen ende, vorzüglich bei grossen Fettanhäufungen im Unterleibe und seltener ohne diese vorkomme. Bei fettleibigen Personen erkranke die Drüse von aussen nach innen, indem ihre Acini endlich schwänden und sich die ganze Drüse nach und nach in einen matschen Fettstreifen verwandle.

Was nun die Ausleerung unverdauten Fettes mit den Excrementen betrifft, welche nach der Lehre von Bernard für die Krankheiten des Pankreas charakteristisch, und eine nothwendige Folge derselben sein soll, so ist zu bemerken, dass, zugegeben diese beobachtete Substanz sei wirkliches von den Nahrungsmitteln stammendes Fett, in so vielen Krankheiten und völligen Desorganisationen des Pankreas, die Claessen aufführt, dieses Symptom durchaus nicht bemerkt wurde, obgleich die älteren Aerzte bekanntlich die Excrete einer sehr aufmerksamen Besichtigung unterwarfen und ihnen eine so auffallende Erscheinung sicher nicht entgehen konnte.

Die Fälle, in welchen dieses Symptom mit einer Krankheit des Pankreas verbunden vorkam, zeigen sämmtlich die Erkrankung der genannten Drüse nicht isolirt, es sind immer noch andere organische Veränderungen entweder im Gallenapparat oder im Darm vorhanden gewesen, so dass Elliotson, der nebst Bright und Lloyd der

erste war, der diese Fälle sammelte, sie von einem Leiden der Leber herzuleiten geneigt ist.

Endlich sind in England zwei Fälle von Prout und Pearson durch Elliotson veröffentlicht worden, in denen bei Gegenwart solcher fettiger Ausleerungen von einer Krankheit des Pankreas durchaus nicht die Rede ist.

Man sieht also, es giebt Pankreasleiden ohne jenes Symptom, und letzteres kann ohne Pankreasleiden vorkommen, so dass die Annahme einer nothwendigen Verbindung beider nicht gerechtfertigt ist.

Aber selbst die Fälle, in denen das Pankreas wirklich und vorstechend erkrankt war, entsprechen nicht alle den Forderungen Bernard's. Die Krankheit betraf öfter, wie dies Bright ausdrücklich sagt, nur den Kopf des Pankreas, und andere entferntere Theile der Drüse waren normal. So war es auch theilweise in einem in den Archives gener. de médécine 1834 mitgetheilten Falle. Hier musste der ductus Wirsungianus noch eine Quantität Bauchspeichel in den Darm entleert haben und durfte nicht an der Erkrankung des Kopfes theilgenommen haben. Denn die Erfahrung hat gelehrt, dass, wo der Ausführungsgang wirklich obliterirt ist, die ganze Drüse atrophirt, was in jenen Fällen nicht der Fall war. Bernard behauptet nun öfter bei der Kritik der Versuche seiner Gegner, dass, wo auch nur eine kleine Quantität Pankreassaft sich in den Darm ergiessen könne, alle die Erscheinungen fehlen müssen, welche der Mangel des Bauchspeichels nach seiner Ansicht bedingt. Verhält sich die Sache so wie Bernard sagt, so werden Erscheinungen, welche nach nur theilweiser Erkrankung der Drüse mit Wegsamkeit des ductus Wirsungianus auftreten, nicht dem Mangel des Bauchspeichels zuzuschreiben sein.

In neuester Zeit geht Bernard noch viel weiter als früher (in den leçons de Physiol. Tome II), und indem er dem Magen nur eine vorbereitende Thätigkeit zugesteht, betrachtet er die Vermischung des Bauchspeichels mit der Galle als das Hauptagens der Verdauung aller Nahrungsmittel (l. c. p. 446). Wäre dies richtig, so würden jene Krankheitsfälle schon deshalb nicht seiner theoretischen Forde-

rung entsprechen, weil nur das Fett unverdaut geblieben sein soll, nicht aber die anderen Nahrungsmittel.

Bernard betrachtet jetzt die Thätigkeit des Magens als identisch mit der einer längeren Kochung in heissem Wasser. Nur das leimgebende Gewebe würde gelöst, alles andere nur desagregirt, um später von dem so sehr mächtigen Verdauungssafte gelöst zu werden, der aus der Vermischung von Bauchspeichel und Galle entstehe.

Was die Ansicht betrifft, dass der Magen Albuminate nicht wirklich auflösen kann, so ist sie ähnlichen früheren Behauptungen Hoffmann's und Blondlot's gegenüber längst widerlegt worden, ebenso ist die Meinung Bernard's unhaltbar, dass die sämmtlichen sogenannten Peptone nur mit in Wasser gekochtem Leim identisch seien.

Um die angebliche universelle Verdauungskraft von Bauchspeichel und Galle zu prüfen, habe ich in der kurzen Zeit, seitdem ich die Schrift Bernard's erhalten, nur wenige Versuche anstellen können. Wenn anders die von mir angewendete Pankreasflüssigkeit normal war (und ich habe durchaus keinen Grund, das Gegentheil zu vermuthen), so konnte sie mit Galle vermischt und angesäuert oder in ihrer ursprünglichen Reaktion gelassen Käse sehr bald desagregiren, während Wasser, mit dem ich eine gleiche Menge Käse in der Brutwärme behandelte, ohne Wirkung blieb. Während ich aber beim Käse nur ein Zerfallen, keine Auflösung, sah, wurden Eiweiss und gekochtes Fleisch von demselben Safte ganz unverändert gelassen.

Bidder und Schmidt haben überzeugend nachgewiesen, dass die Galle einen mächtigen befördernden Einfluss auf die Aufsaugung der Fette hat. Es wird zwar nach Ausschluss der Galle noch Fett aufgenommen, aber bei weitem weniger als im normalen Zustand. Die Thiere, deren Galle vom Darm abgeschlossen ist, magern ab, trotzdem sich ihre Gefrässigkeit und ihr Nahrungsbedürfniss beständig steigert. Das Fettquantum, welches aus der Nahrung aufgenommen wird, beträgt bei Hunden mit Gallenfisteln $2^1/_2-5$ und selbst 7 Mal weniger, als im normalen Zustand, und endlich lehren vergleichende Analysen des Inhaltes des Milchbrustganges, dass der Fett-

gehalt desselben bei einem gesunden Hunde bei hinreichender gewöhnlicher, durchaus nicht besonders saftreicher Nahrung 32 pro mille betrug, während er bei einem reichlich mit Fleisch genährten Hunde mit Gallenfistel auf 2 pro mille herabsank. Auf welche Weise aber die Galle die Aufsaugung der Fette in so hohem Grade begünstige, wussten Bidder und Schmidt nicht zu erklären. Alle früheren Annahmen einer etwaigen Veränderung des Fettes durch die Galle sind unhaltbar, das Fett wird, wie die Beobachtung lehrt, zum grössten Theile unverändert emulsionirt aufgenommen und zur Herstellung einer Emulsion giebt es ausser der Galle wirksame Flüssigkeiten genug. Auch die Hypothese zur Erklärung der Wirksamkeit der Galle, welche später von Wistingshausen vorgeschlagen wurde, ist sehr gezwungen und es ist sehr fraglich, ob sie auf Emulsionen, wie sie im Darm vorkommen, überhaupt angewendet werden darf.

Meiner Ansicht nach ist es gar nicht erwiesen, dass die Galle den Eintritt des Fettes in die Darmzotten befördere, aber ihre Rolle beginnt erst dann, wenn das Fett bereits in die Lymphgefässe der Zotten eingetreten ist.

Schon im Jahre 1848 habe ich erwiesen, dass Galle, wenn sie auf Muskelfasern einwirkt, diese sehr bald in kräftige Contraction versetzt, und besonders gilt dies von den sogenannten organischen Muskeln. Auf der andern Seite ist es beobachtete Thatsache, dass sich bei der Resorption des Fettes die Epithelien und das Innere der Darmzotten bald so sehr mit Fettkügelchen anfüllen, dass ohne eine vis a tergo, welche die Kügelchen weiter in die Lymphgefässe treibt, die Aufnahme neuer Fettkügelchen bald unmöglich würde, diese vis a tergo wird möglich gemacht durch die Contractilität der Darmzotten, aber sie wird angeregt durch die reizende Wirkung der Galle.

Man hat schon früher hie und da behauptet und irrthümlicher Weise sogar mir die Meinung untergeschoben, die erregende Wirkung der Galle könne sich durch Transsudation bis auf die Muskelhaut des Darmes erstrecken und diesen zur peristaltischen Bewegung anregen. Hiermit stehen meine Beobachtungen in Widerspruch.

Mehrfach habe ich bei betäubten Hunden und Katzen, in denen der obere Theil des Darmes sich ruhig verhielt, die Gallenblase durch Druck mit der Hand entleert und selbst nach mehren Minuten entstanden keine Bewegungen des Darmstückes, das durch die durchscheinende Galle schwach gelblich gefärbt wurde. Bringt man aber Galle mit einem entblössten Theil des Darmmuskels in Berührung, so zieht er sich sehr bald an der berührten Stelle zusammen. Man muss den Versuch natürlich so anstellen, dass keine mechanische Reizung wirksam ist.

Die Galle wirkt also nicht durch die Darmschleimhaut hindurch und auch nicht reflectorisch durch Reizung der Schleimhaut selber, wie mir überhaupt in meinen Versuchen noch kein Beispiel einer solchen reflectorischen Erregung vorgekommen ist.

Aber auf die in der Schleimhaut selbst und in den Zotten enthaltenen Muskeln erstreckt sich die reizende Wirkung der Galle, wie aus mehren Versuchsreihen hervorgeht, von denen ich nur die allgemeinen Ergebnisse mittheile.

1) Streift man bei einem lebenden betäubten Thiere mit einem sehr scharfen Messer die Darmzotten ab, um sie sogleich unter's Mikroskop zu bringen, so ziehen sie sich bekanntlich sehr bald zusammen. Diese Zusammenziehung lässt aber doch bei der Mehrzahl der im Gesichtsfelde begriffenen Zotten mehre Minuten auf sich warten. Hatte ich ein Objekt der Art mit frischer Galle und ein anderes mit Eiweiss befeuchtet, so war die Mehrzahl der mit Galle befeuchteten im Mittel in fünf bis vier Mal kürzerer Zeit in Contraction, als die mit Eiweiss behandelten. Nur wenige zeigten die Contraction etwas verspätet und diese Spätlinge waren viel zahlreicher im Eiweisspräparat, als im Gallenpräparat. Zu genauerer Bestimmung schaltete ich hier öfter ein in Felder getheiltes Glas in's Ocular ein.
2) Um dem Einwurf zu begegnen, die Galle habe hier vom Schnittende aus direct auf die Muskeln der Zotten gewirkt, brachte ich Falten der Schleimhaut unters Mikroskop und

liess die Galle nur von einer Seite wirken. Hier bediente ich mich eines dünnen Deckglases, was ich in der vorigen Versuchsreihe nicht that, um keinen unnöthigen Reiz auf die isolirten Zotten auszuüben. Wenn die Galle die Zotten erreichte, zogen sie sich zusammen, während diejenigen Zotten, welche auf der anderen Seite noch frei herausragten, längere Zeit ausgedehnt blieben.

3) Der Darm wurde geöffnet und auf eine Stelle, die frei von Schleim und Darminhalt war, und auf der die Lupe die Zotten gut zeigte, Galle aufgetröpfelt. Die Zotten zeigten sich bald verkürzt und die mit Galle berührte Stelle der sammtartigen Darmschleimhaut sah aus, wie wenn sie einen leichten Eindruck mit dem Finger erhalten hätte. Diesen Versuch habe ich nur wenige Male gemacht, da mir nur selten die Zotten auf der lebenden Schleimhaut ohne weitere Reinigung deutlich erschienen.

4) An den Stellen, wo die Schleimhaut im lebenden Thiere von Galle gefärbt erschien, zeigte sie sich nicht glatt, sondern mehr runzelig und uneben als anderwärts, zum Beweise, dass die Galle auch die Muskeln der Schleimhaut selbst, die wir durch die Untersuchung von Brücke und Kölliker kennen, zur Contraction antreibt.

5) Ob die Galle mit Darminhalt gemischt, noch die Zotten zur Contraction bringt, habe ich direct nicht erfahren können, da das Wegwischen des undurchsichtigen Breies eine störende Reizung erzeugt. Galle mit Darminhalt wirkt aber noch erregend auf die Skelettmuskeln und besonders das Herz des Frosches, und so darf man dasselbe in Betreff der Schleimhautmuskeln annehmen.

Die Galle, die an den Darmzotten haftet, wird nach kurzer Zeit zersetzt und verliert dadurch wahrscheinlich ihre reizende Eigenschaft, die Zotte kann sich wieder ausdehnen, um neues Fett aufzunehmen, bis die Bewegung des Darminhaltes ihr neue Galle zuführt, wodurch sie sich abermals contrahirt und entleert.

Die Galle befördert also bedeutend die Fettaufnahme, indem sie die Bewegung des bereits eingedrungenen Fettes aus den Darmzotten in die Lymphgefässe beschleunigt, und so muss eine grössere Menge aufgenommen werden, ehe das Fett den zur Resorption geeigneten Theil des Darmkanals verlassen hat.

Man sieht, es ist für meine Auffassung ganz gleichgültig, auf welche Weise die Fettkügelchen in die Epitelialzellen und in die Darmzotten eindringen. Thatsache ist, dass sie im Innern derselben beobachtet worden sind. Soll ich aber meine Ansicht über die Art des Eindringens aussprechen, so scheint sie mir am besten, mit der Ernährungsweise mancher Infusorien verglichen werden zu können, welche feste oder halbweiche Substanzen von aussen in sich hineinpressen. Dies ist freilich bis jetzt eine Erklärung obscuri per obscurius, ich will aber auch damit nur andeuten, dass das eine Räthsel durch die Verfolgung des andern wohl aufgehellt werden könnte. Niemand wagt zu bezweifeln, dass Infusorien ohne sichtbare Mundöffnung und ohne Darm feste Theile in sich aufnehmen, nur das wie, nicht das ob ist hier die Frage. Warum sollten die Epitelialzellen der Zotten nicht dasselbe vermögen, angesichts der Thatsachen, die jede Fettresorption zeigt, und der vielen positiven Beobachtungen Moleschott's, die ich freilich aus eigener Erfahrung nur für Kohle und Schwefelpulver bestätigen kann. Man braucht also nicht à tout prix offene Porenkanäle zu suchen, da Meyen bereits gezeigt hat, dass eine weiche schleimförmige Masse zwischen einem festeren Gerüste zur Aufnahme festerer Partikelchen genügt. Freilich gehören noch dazu festere Aufnahmsorgane, diese vermuthe ich aber in dem oberen helleren „Rand“ der Zelle, den Donders für eine verdickte Membran, Brücke für einen Schleimpfropf hält und in dem Funke und Kölliker bereits die Streifen gesehen haben. An frischen Zellen, die ich mit verdünntem Holzessig befeuchtet, bei Nachet's circulärer Beleuchtung betrachtete, schien es mir, als wenn dieser Rand aus 4 bis 6 Lappen bestände, von denen jeder einzelne in seinem Bau grosse Aehnlichkeit mit dem bekannten Kauorgan der Nassula hat. Ich habe freilich in diesen Lappen noch nie Bewegung gese-

hen, einer Mittheilung von Gruby aber, auf die ich durch Bernard aufmerksam geworden bin, glaube ich entnehmen zu können, dass sie vielleicht beweglich sind. Bei der Resorptionsthätigkeit erscheint der Rand wie verkürzt und da die Streifung nicht die Merkmale wahrer Zusammenziehung trägt, so vermuthe ich, dass sich die Lappen nach der Mitte zu gegen einander neigen. Ich hoffe durch weitere Beobachtungen hierüber in's Klare zu kommen.

Bern, 18. April 1857.

Versuchs-nummer.	Monat.	Tag.	Stunde.	Athemzüge und Pulsschläge.	Nebenbemerkungen.
Erste Tabelle.					
1	April	15	19		Hatte die vorige Woche nur leise geschlafen. Macht Bewegungen bei dem Einsetzen in den Behälter, schläft aber dann ruhig fort.
2	April	16	16		
3	April	18	10		
				10 U. 40 M. 1 Athemz. in 1 M. 11 U. 20 M. 2 Athemz. in 3/4 „ 1 U. 4 M. 2 Athemz. in 3 „ 2 U. 50 M. 1 Athemz. in 1 „	
15	December	15	17	2 U. 3 M. 25 2 „ 15 „ 29 2 „ 37 „ 30 } Athemzüge in 1 M.	Das Thier war vor dem Versuche vollkommen wach und bissig und pfiff bei der Annäherung, liess sich aber ohne Widerstand in den Behälter bringen.
16	December	22	14	8 U. 49 M. 1 sehr tiefer Athemzug in 1 M. 10 U. 6 M. 2 Athemz. in 1 3/4 M. 10 U. 30 M. 2 „ „ 1 1/2 „ 11 U. 33 M. 2 11 „ 57 „ 1 } Athemzüge in 1 M.	Hat den 24. December Koth und Harn entleert. Mastdarm = 5°,85 C.
17	December	30	11	8 U. 44 M. 4 9 „ 7 „ 4 9 „ 26 „ 3 9 „ 56 „ 4 10 „ 45 „ 3 10 „ 15 „ 3 11 „ 15 „ 3 11 „ 36 „ 3 } Athemzüge in 1 M.	Mastdarm = 4°,1 C.
18	Januar	5	02	8 U. 45 M. 1 Athemz. in 1 M. 9 U. 41 M. 1 Athemz. in 1 1/2 „ 10 U. 10 M. 1 „ „ 1 1/2 „ 10 „ 42 „ 1 „ „ 1 1/2 „ 11 U. 11 M. 1 11 „ 45 „ 1 11 „ 50 „ 1 2 „ 15 „ 2 2 „ 54 „ 2 3 „ 36 „ 2 } Athemzüge in 1 M.	Zimmerluft = 4°,6 C. Mastdarm = 5°,6 C. Mundhöhle = 5°,7 C.

›gramm :unde Menge m.		Verhältniss der ausgeschiedenen Kohlensäure zum aufgenommenen Sauerstoff		Athemzüge.	Nebenbemerkungen.
-t. ɔr- es.	entferater Wasserdämpfe.	dem Volumen nach	dem Gewichte nach		
- Nr. 1.					
51	0,006	1 : 2,27	1 : 1,65	8 U. 25 M. 2 8 „ 59 „ 1 9 „ 31 „ 1 10 „ 17 „ 1 10 „ 25 „ 1 10 „ 35 „ 1 1 „ 20 „ 1 2 „ 22 „ 1 2 „ 56 „ 1 } Athemzüge in 1 M.	Zimmerluft = 4°,1 C. Mastdarm = 4°,8 C. Mundhöhle = 5°,0 C.
23	0,040	1 : 10,49	1 : 7,47	8 U. 9 M. 1 9 „ 7 „ 1 10 „ 20 „ 1 11 „ 10 „ 1 11 „ 55 „ 1 } Athemzug in 2 M. 1 U. 17 M. 1 2 „ 20 „ 1 3 „ 2 „ 1 } Athemzug in 1 M.	Hat den 15. Januar Koth und Urin entleert. Zimmerluft = 6°,2 C. Mastdarm = 6°,4 C. Mundhöhle = 6°,35 C.
23	0,034	1 : 1,88	1 : 1,37	8 U. 25 M. 1 9 „ 20 „ 1 10 „ 40 „ 1 10 „ 50 „ 1 } Athemzug in 1 M. 1 U. 7 M. 1 2 „ 20 „ 1 } Athemz. in 1½ M.	Zimmerluft = 5°,5 C. Mastdarm = 5°,75 C. Mundhöhle = 5°,9 C.
13	0,029	1 : 1,58	1 : 1,15	8 U. 35 M. 2 9 „ 15 „ 1 10 „ 8 „ 1 10 „ 29 „ 1 11 „ 47 „ 1 11 „ 56 „ 1 1 „ 42 „ 1 2 „ 15 „ 2 2 „ 58 „ 2 3 „ 35 „ 2 3 „ 59 „ 2 } Athemzüge in 1 M.	Zimmerluft = 4°,55 C. Mundhöhle = 5°,3 C. Mastdarm = 5°,2 C. Hat Koth und Harn entleert.
12	0,044	1 : 2,90	1 : 2,10	8U. 35 M. 1 Athemzug in 2 M. 10U. 30 M. 1 „ „ 4 „ 1 „ 2 „ Kein „ „ 4 „ 1 „ 30 „ 1 „ „ 7 „ 2 „ 4 „ Kein „ „ 4 „ 2 „ 45 „ „ „ in 10 „	Zimmerluft = 5°,5 C. Mundhöhle = 6°,6 C. Mastdarm = 6°,2 C.
13	0,034	1 : 1,88	1 : 1,36	8 U. 16 M. 2 8 „ 59 „ 2 9 „ 45 „ 1 } Athemzüge in 1 M. 10 U. 30 M. 1 10 „ 55 „ 1 1 „ 0 „ 1 } Athemzug in 2 M. 2U. 38 M. 1 Athemzug in 4 M. 3 „ 51 „ Kein „ in 2½ „	Zimmerluft = 7°,7 C. Mundhöhle = 8°,6 C. Mastdarm = 8°,6 C.

Versuchs-nummer.	Monat.	Tag.	Körpergewicht in Grm.	Athemzüge.	Nebenbemerkungen.
Vierte Tabelle. (Fortsetz					
33	November	29	1705,8	v 9 U. 32 M. 16 tiefe } Athem- h 9 „ 38 „ 14—15 „ } züge 9 „ 44 „ 13—14 „ } in 1 M.	Ganz wach, pfeift und sucht zu beissen. Hat Koth und Harn entleert.
34	December	8	1672,3	v 8 U. 56 M. 2 Athemz. in 1 M. h 9 „ 20 „ 2 sehr schwache Athemzüge in 4 M. 10 U. 25 M. 1 schwacher Athemzug in 2 M. 10 U. 55 M 1 schwacher Athemzug in 3 M. 11 U. 45 M. 1 schwacher Athemzug in 3½ M. 12 U. 4 M. 1 schwacher Athemzug in 5 bis 6 M. 12 U. 49 M. 1 schwacher Athemzug in 6 M.	Zimmerluft = 8°,5 C. Mastdarm = 7°,8 C.
45	März	6	1322,1	v [illegible] „ „ 1 „ h 8 U. 0 M. 2 Athemz. in 1 M 9 „ 45 „ 1 „ „ 2 „ 9 „ 47 „ 1 „ in 1½ „ 1 „ 2 „ 2 „ „ 1 „ 1 U. 55 M. 1 } Athem- 3 „ 0 „ 1 } zug 3 „ 35 „ 1 } in 1 M.	Zimmerluft = 8°,8 C. Mundhöhle = 10°,65 C. Mastdarm = 10°,4 C.
46	März	13	1316,2	v 7 U. 56 M. 5 h 8 „ 20 „ 8 8 „ 31 „ 12 } Athem- 8 „ 45 „ 21 } züge 8 „ 55 „ 23 } in 9 „ 2 „ 28 } 1 M.	Erwacht nach und nach und ist zuletzt etwas torpid, aber vollkommen munter, liegt mit offenen Augen da und pfeift beim Anrühren. Entleert Koth und Harn am folgenden Tage.
47	März	19	1265,5	v 7 U. 44 M 2 Athemz. in 1 M. h 8 U. 30 M. 1 Athemzug in 1 M. 9 U. 18 M. 1 sehr starker Athemzug in 1 M. 9 U. 43 M. 1 Athemz. in 2 M. 9 „ 21 „ 1 „ „ 2 „ „ 20 „ 1 „ „ 3 „ „ 56 „ 1 „ „ 2 „ U. 5 M. 1 } Athem- „ 35 „ 1 } zug „ 53 „ 1 } in „ 42 „ 1 } 1 M.	Zimmerluft = 10°,8 C. Mundhöhle = 12°,5 C. Mastdarm = 12°,2 C.
48	März	24	1258,5	v [illegible] U. 50 M 2 Athemz. in 1 M „ 30 „ 1 „ „ 2 „ U. 27 M. 1 } Athemz. „ 50 „ 1 } in 1½ M. U. 45 M. 1 Athemz. in 1 M. U 21 M. 40 starke Athemzüge in 1 M	Das Thier, welches noch um 11 U. 45 M. fest geschlafen hatte, war um 1 U. 21 M. wach, unruhig und pfiff bei der Annäherung eines Menschen. Die Luft des Behälters mit Schwefelsäure getrocknet.

Kilogramm 1 Stunde nde Menge ı Grm.		Verhältniss der ausgeschiedenen Kohlensäure zum aufgenommenen Sauerstoff.		Athemzüge und Pulsschläge.	Nebenbemerkungen.
verzehrt. Sauerstoffes	entferater Wasserdämpfe	dem Volumen nach	dem Gewichte nach		
ɔ r Nr. 8.					
0,023	0,063	1 : 1,87	1 : 1,36	7 U. 27 M. 1 } Athemzug in 1 M. 8 „ 55 „ 1 } 9 „ 30 „ 1 } 10 „ 5 „ 2 } Athemzüge in $1^1/_2$ M. 10 „ 25 „ 2 } 10 „ 50 „ 2 Athemz. in 1 M. 11 „ 11 „ 2 } Athemzüge in $1^1/_2$ M. 11 „ 38 „ 3 }	Hat in der Zwischenzeit Harn gelassen und wachte dabei zwei Tage über. Schwefelsäure im Athmungsbehälter. Zimmerluft = 12°,0 C. Mundhöhle = 12°,2 C. Mastdarm = 12°,0 C.
0,022	0,047	1 : 1,37	1 : 1,00	7 U 40 M. 1 } Athemzug in 1 M. 8 „ 46 „ 1 } 10 „ 7 „ 1 } 11 „ 6 „ 1 } 11 U 37 M. 2 Athemz. in 1 M.	Ueber Schwefelsäure. Zimmerluft = 9°,2 C. Mundhöhle = 10°,7 C. Mastdarm = 10°,4 C.
1.					
1,365	—	1 : 1,64	1 : 1,19		War zwei Tage vorher zum ersten Mal in Winterschlaf verfallen. Hat gestern noch so viel Fleisch u. Kohl gegessen, dass das Körpergew. von 829,4 Grm. auf 890,0 Grm. gestiegen ist. Während des Versuches wach und lebhaft. Scheidet 0,436 Grm. Wasser für 1 K. u. 1 St. aus.
1,338	—	1 : 1,27	1 : 0,90		Hat in der Zwischenzeit wieder geschlafen, ist aber bei dem Einsetzen vollkommen wach.
1,209	—	1 : 1,36	1 : 0,98		Schlief drei Tage leise, wachte aber bei dem Wägen vor dem Versuche auf.
1,241	—	1 : 1,37	1 : 0,90	2 U. 11 M. 29 } Athemzüge in 1 M. 2 „ 31 „ 41 } 2 „ 56 „ 53 } 3 „ 1 „ 36 } 3 „ 15 „ 43 }	Im Anfange eingerollt und ruhig, später sich streckend.
1,724	—	1 : 1,52	1 : 1,10	8 U. 48 M. 29 } Athemzüge in 1 M. 9 „ 26 „ 38 } 9 „ 55 „ 44 }	Hat in der Zwischenzeit ruhig gelegen. Dreht sich nach dem Einsetzen in den Behälter.
0,040	—	1 : 1,23	1 : 0,85	1 U. 20 M. 1 Athemzug in 2 M. 1 „ 50 „ Kein „ in 10 „ 2 „ 32 „ 18 „ in 1 „ Später 3 mal Minuten lang	Hat in der Zwischenzeit geschlafen und bleibt im Behälter ruhig.